N° 12 30 JUIN 1931

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J. P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences physiques.

La polarisation des ondes électroniques.

Tout le monde connaît aujourd'hui les belles expériences de Davisson et Germer, G. P. Thomson, Rupp, etc. par lesquelles ont été mises en évidence les ondes électroniques. On sait en particulier qu'un faisceau étroit d'électrons frappant normalement une lame très mince à structure microcristalline donne lieu, sur une plaque photographique placée en arrière, à des anneaux tout à fait analogues à ceux que fournissent les rayons X. Plusieurs physiciens ont cherché s'il était possible de polariser les ondes électroniques, idée d'autant plus naturelle que le « spin » ou rotation propre des électrons paraît bien être l'analogue électronique de la polarisation du photon lumineux.

C'est l'une de ces tentatives qui a conduit récemment Rupp[1] à quelques résultats remarquables que nous allons exposer brièvement. Le faisceau électronique, formé d'électron lancés à 220 kilovolts, est réfléchi d'abord à 90° de sa direction primitive par une lame d'or à structure fibreuse, qui joue le rôle de « polariseur ». Il traverse ensuite normalement une lame d'or très mince servant d' « analyseur », qui donne lieu aux anneaux de diffraction habituels. Ces anneaux présentent une *dissymétrie très nette d'intensité*. Celle-ci est maximum dans le plan de réflexion du côté du rayon incident, minimum (et environ deux fois moindre) dans le même plan du côté opposé. Il est donc établi que les ondes électroniques provenant d'électrons réfléchis sur la lame d'or fibreuse n'ont plus qu'un plan de symétrie passant par le rayon et que celui-ci n'est plus un axe de symétrie. Le phénomène n'est pas dû à la structure fibreuse de la lame, ainsi qu'il est facile de le vérifier.

L'intérêt de l'expérience est encore beaucoup augmenté par le complément suivant. Entre le polariseur et l'analyseur, le faisceau d'électrons traverse un *champ magnétique parallèle à sa direction*, dont la valeur pouvait varier entre + 530 gauss et — 530 gauss, et dont la longueur était de 3 à 5 cm. La dissymétrie des anneaux subsiste, mais le phénomène subit *une rotation d'ensemble autour de la direction du champ* (et du rayon), rotation qui semble, en première approximation, proportionnelle à l'intensité du champ et de sa longueur. Ce phénomène fait penser immédiatement à la polarisation rotatoire magnétique.

Si l'on admet que l'électron est animé du « spin » prévu par les théories quantiques modernes, son axe magnétique doit subir une précession autour de la direction du champ pendant la traversée de celui-ci. Il est facile de calculer à priori l'angle de la rotation due à cette précession et l'on trouve que les rotations observées sur les anneaux coïncident convenablement avec les rotations calculées, *si l'on tient compte de la* « *dilatation du temps* » exigée par le principe de relativité.

Si ces résultats préliminaires sont confirmés par les expériences ultérieures, on pourrait les considérer comme apportant à la fois un contrôle précieux de

1. RUPP, *Naturwissenschaften*, 19, p. 109, 1931. — RUPP et SZILARD, *Naturwissenschaften*, 19, p. 423, 1931.

l'hypothèse de la rotation propre des électrons et une vérification de l'une des conséquences les plus curieuses du principe de relativité.

E. B.

§ 2. — Sciences naturelles.

L'acclimatation du renne dans les Alpes.

Cette acclimatation est-elle possible? Il y a cinquante ans, Brehm le pensait déjà et recommandait le renne pour le repeuplement des hautes montagnes déboisées et plus ou moins désertiques; celles-ci lui offrent en hiver la base principale de son alimentation, les lichens, et il semble devoir s'y reproduire mieux qu'en captivité.

Depuis quelques années, plusieurs tentatives ont été faites dans cette voie, à Mégève (Haute-Savoie), à la Zugspitze (Bavière) et enfin au Parc national du Grand Paradis (Italie). M. le Prof. E. Mascheroni a publié sur cette dernière d'intéressants renseignements [1].

Les rennes, semi-domestiques, achetés en Norvège, ont d'abord été placés en février 1929 dans un enclos, près de la gare de Bardonnèche, à l'une des entrées du tunnel du Mont-Cenis. Le troupeau, composé de deux mâles de quatre ans et de cinq femelles d'environ deux ans, s'apprivoisa rapidement. Nourri d'abord de lichens importés de Norvège (*Cladonia rangiferina* et *Cl. evernia*), il s'habitua à manger également du foin, sans compter l'herbe de l'enclos. Il vivait en plein air jour et nuit par tous les temps. Les femelles, arrivées pleines, mirent bas toutes les cinq; des cinq faons, un seul mourut, presque à la naissance, et les autres se développèrent vigoureusement.

Un mâle escalada la palissade pour aller paître dans la montagne; il rentrait généralement après quelques heures, puis au bout de quelque temps, il ne reparut plus. Comme il paraissait s'être acclimaté sur les hauteurs, et que d'ailleurs le renne est un animal migrateur qui change deux fois par an de climat ou d'altitude, la Commission du Parc National décida de donner un peu plus de liberté au reste du troupeau, qui fut transporté et lâché dans le Valle Stretta, près du lac Vert. Les rennes y vécurent fort bien, se déplaçant pour pacager et se laissant d'ailleurs approcher avec facilité. Après un retour à Bardonnèche, ils ont finalement été envoyés au Parc national du Grand Paradis, où ils vivent actuellement en pleine liberté et trouvent en abondance de la nourriture (herbe courte, lichens, renoncules, saponaires, etc.). De nouveaux faons sont nés, et bien que des tirs d'artillerie et le braconnage aient fait quelques victimes parmi le troupeau, les survivants, tant adultes que jeunes, ont beaucoup gagné : embonpoint, poil luisant et plus fin, peau plus souple.

Cette expérience est donc en très bonne voie et doit encourager d'autres essais. Ceux-ci n'ont pas seulement un intérêt scientifique, mais également économique. Le renne acclimaté pourrait, comme en Laponie, fournir une bonne bête de trait. Son élevage procure aussi une quantité appréciable de lait (200 à 300 litres de lait). Sa chair, très appréciée par les Canadiens, est exquise, et sa peau se prête à de nombreux usages. Ajoutons qu'à l'inverse d'autres Cervidés, le renne semble à peu près inoffensif pour les cultures et les bois.

L. B.

**
*

Les produits miniers de l'Indochine.

Il était inévitable que l'Indochine, en ce qui concerne les produits de son sous-sol, subisse la répercussion de la crise mondiale économique qui partout sévit. Cependant, nous devons, à la vérité, de dire que les conséquences n'en ont pas été aussi graves qu'on aurait pu le redouter. Certes, il y a eu ralentissement d'efforts dans le double domaine de la spéculation et de la prospection, ce qui, toutefois, a permis d'opérer avec plus de sécurité des recherches patientes, tandis que les installations s'amélioraient et que se perfectionnaient les outillages.

Au surplus, les concessions sont nombreuses — 352 au 1er janvier 1930 — s'étendant au total sur 280.782 hectares. Celles dont les combustibles sont extraits viennent en tête au nombre de 134, couvrant 160.183 hectares, précédant de loin les mines de zinc et de plomb, d'étain, que suivent à distance respectueuse au point de vue production s'entend, l'or, le fer, le chrome, et les phosphates.

Il nous semble intéressant de jeter un rapide coup d'œil sur ces productions du sous-sol qui ajoutent de si sûrs et si constants éléments de prospérité à ceux du sol dans notre possession asiatique.

Evidemment, la grande richesse minière de la colonie ce sont les charbonnages du Tonkin. Tout a concouru, du reste, à les mettre en valeur. L'extraction du produit est facile en raison de l'abondance des couches, des nombreux découverts et du voisinage des grands ports maritimes qui ont permis de constituer le vaste marché du Pacifique desservant la Chine, Hong-Kong, le Japon, etc... Le Tonkin renferme dans ses charbonnages à la fois le charbon gras et mi-gras, maigre, ainsi que de l'anthracite et des lignites.

En 1929 la production de houille a atteint près de deux millions de tonnes, se répartissant ainsi : charbons maigres 1.902.000 tonnes; charbons gras, 39.000 tonnes; lignites 31.000 tonnes, qui, la consommation intérieure ne dépassant pas 600.000 tonnes, ont pris le chemin des contrées et des ports que nous citons plus haut.

Mais si riches que soient les charbonnages, ils ne font pas oublier que le sous-sol de la colonie, en quantités inégales pour le moment, produit du zinc, de l'étain, de l'or et qu'on espère bien ramener à la surface le mercure, le cuivre et l'argent.

Le zinc est assez abondant pour qu'on ait pu, en 1930, évaluer à 170.000 tonnes les stocks secon-

1. *Bulletin de la Société nationale d'Acclimatation*, 78e année, no 1, pp. 3-12; janvier 1931.

daires mondiaux de ce métal dont le potentiel de production paraît susceptible de fournir annuellement 300.000 tonnes de plus par an.

On le trouve au Tonkin dans les mines de Chodien et de Trang-Da, d'où il est dirigé principalement sur la Belgique, la France et ses colonies, le Japon et l'Allemagne. En 1929, la production tonkinoise a été de 47.431 tonnes de minerai, contenant 18.760 tonnes de métal.

Quant à l'étain, il provient de deux centres miniers situés l'un au Tonkin, l'autre au Laos. C'est dans la région voisine de Cao-Bang que se trouve le premier et sur les rives de la Nam-Patène son affluent de la rive gauche du Mé-Kong que gîte le second. En 1929 la production totale du minerai d'étain s'est chiffrée par 1.407 tonnes contenant 842 tonnes de métal. Il y a progression sensible si l'on se reporte aux résultats de 1923 et de belles perspectives d'avenir sont ouvertes, notamment au Laos où les gisements, aussi abondants que riches, bénéficient d'installations nouvelles, de fonderies modernes et d'une facilité de transport et d'évacuation apportée par la voie ferrée Zanap-Thakkek.

Ne parlons que pour mémoire du plomb dont la production est peu importante, ainsi que celle de l'argent, ces deux métaux se trouvant associés dans les profondeurs du sous-sol. Glissons, en ce qui concerne le fer dont l'Indochine possède des gisements d'une grande superficie dont aucun n'est encore exploité, le cuivre qui se trouve dans les mêmes conditions, et arrivons à l'or qu'on rencontre en Indochine sur de nombreux points. Les indigènes ont depuis toujours recherché le précieux métal et d'antiques exploitations aurifères existent au Laos, en Annam et au Tonkin. Très faible à l'heure actuelle puisque en 1929 elle n'a atteint que 16 kilos, la production d'or est là-bas susceptible d'une rapide augmentation. Que ce soit à Bao-Lac, à Pac-Lan, des travaux importants d'installation, de prospection, de broyage pour les quartz aurifères ont été depuis peu réalisés. D'anciennes mines annamites délaissées sont reprises par des sociétés françaises, telles celles des Bong-Mieu, en attendant que donnent des résultats décisifs les recherches effectuées à Tchépane, au Laos, à Vinh, au Tonkin, à Kontum, en Annam.

Telles sont, d'après les précieuses indications fournies, tant par M. Cardemoy que par M. Blondel, secrétaire général du comité d'études minières de la France d'outre-mer, les productions principales du sous-sol indochinois. Mais il y en a d'autres, comme les phosphates, dont les gisements déjà exploités à Thanh-Moï et à Thanh-Hoa ont produit 17.662 tonnes en 1929. Certes, rien de comparable, avec les gisements de notre Afrique du Nord, mais tout de même les phosphates indochinois présentent un vif intérêt pour les agriculteurs locaux qui les utilisent. Le dernier mot n'est pas dit, quant à la quantité, puisque depuis 1930 fonctionne, près de Battambang, une usine cambodgienne de broyage destinée à seconder l'exploitation de Phnom-Sampou.

Ajoutons qu'à Païlin, au Cambodge, se trouve un gisement de pierres précieuses, constitué en partie par des saphirs, qui a donné en 1929, 2.232 carats d'une valeur de 300.000 piastres environ. Du Tonkin en 1929 ont été exportées 140.000 tonnes de ciment.

Donc, comme nous l'avons vu, la répercussion de la crise économique n'a pas été aussi redoutable qu'on pouvait le craindre en ce qui concerne la situation minière en Indochine. L'aménagement de l'édifice, à peu près partout équipé à la moderne, se perfectionne sans cesse, sans précipitation vaine ni lenteur et, grâce à une main-d'œuvre locale abondante, tous les espoirs sont justifiés.

L. P.

§ 3. — Sciences médicales.

Question sexuelle.

La question sexuelle est à l'ordre du jour depuis que Freud a eu le courage de secouer la pernicieuse idée de honte qui s'attachait à cette question. En lisant les ouvrages modernes, je suis frappé de remarquer que les réponses données sont différentes, opposées même, suivant les préoccupations dominantes des auteurs. Chamfort a écrit : en amour tout est vrai, tout est faux; c'est le seul sujet sur lequel on ne puisse pas dire de bêtises ! Il est probable que chaque spécialiste suivant le champ qu'il explore est trop attentif à certains faits dont il augmente la portée, et trop inattentif à d'autres faits dont il néglige l'influence. Les médecins ont surtout pris la parole. Or il est évident que l'observation clinique montre les points faibles d'une humanité défaillante, amoindrie. L'historien qui suit les grands courants de l'évolution s'attarde moins à ces déchets abandonnés sur les bords de la route et s'intéresse davantage aux surhommes qui illuminent et rehaussent notre race. En rapprochant des opinions aussi différentes, en passant d'un camp dans l'autre, on saisit avec plus de netteté l'ensemble de la question. Je passerai en revue les opinions des réalistes et les opinions des idéalistes pour aboutir à une conclusion.

Première partie

Opinion des réalistes.

Je me suis attaché depuis une dizaine d'années à fonder une psycho-physiologie humaine : la vie est un rythme qui se déroule; les besoins et toutes les nuances du sentiment intérieur servent à régler l'écoulement de ce rythme préétabli. Mon point de départ, analogue à celui de plusieurs écoles médicales contemporaines, a été l'enseignement de Sigaud. On se souvient que le célèbre médecin de Lyon a montré que la forme du corps humain commande la fonction. Une certaine forme en effet favorise certains rythmes fonctionnels. Ainsi dans l'harmonie d'un organisme, il y aura toujours prédominance de certaines aptitudes. Le principal devoir de l'homme serait d'adapter son activité à ses prédispositions.

Le Dr H. Allaix[1] déduit de l'enseignement de Sigaud, des remarques justes mais peut-être aussi des hypothèses dangereuses. En observant la morphologie des hommes de notre époque cet auteur est frappé d'une androgynation qui tend à se répandre. Un abaissement de la valeur fonctionnelle des glandes à sécrétion interne serait à l'origine non seulement de ces formes nouvelles, mais des fonctions qui y sont adaptées et même de la psychologie entière de l'individu. « Dans les civilisations frustes, sous les latitudes où la race est obligée de lutter pour vivre, les conjonctions sexuelles ne se manifestent à peu près que sous l'influence du besoin, dans un état de rut et, par conséquent, dans des conditions voisines de celles observées chez l'animal; on constate la conservation de types sexuels très différenciés, mâle et femelle. Sous les climats plus cléments, au contraire dans les civilisations avancées où il y a contact permanent entre les deux sexes, tous les facteurs psychiques et sociaux incitent l'humanité à un demi-rut permanent, mais très atténué, à une activité sexuelle de jeu et de plaisir constant qui détruit les rythmes sexuels. Nous assistons là à l'atténuation des caractères sexuels ». Les conséquences de ces observations, si elles étaient exactes, seraient aussi dangereuses pour notre race que les doctrines de Freud et de von Ehrenfels. Celui-ci disait que la morale sexuelle excite à un effort de culture, en rend capable, mais, trop facilement, tue la race en subordonnant les puissances génésiques. Pour Freud la civilisation repose sur l'oppression des tendances instinctives; l'instinct opprimé continue à agir au dedans et crée les psychonévroses qui seraient des manifestations de remplacement.

Ainsi par l'évolution même de l'humanité, la sensibilité sexuelle se modifie et la place des fonctions sexuelles dans le rythme vital change. Nous serions le jouet de la constitution de nos organes, la psychologie serait l'expression de la force ou de la faiblesse de nos fonctions. Il y a une part de vérité dans cette appréciation car nos fonctions ont des limites et notre activité ne peut évidemment se déployer que dans une marge, variable d'un individu à l'autre, et de toutes manières très limitée.

Dans un ouvrage très remarquable[2] le Dr Albert Moll, a étalé devant nous le tableau lugubre des vices de notre époque, mais malgré ces scènes digne de l'Enfer de Dante, les conclusions sont optimistes. Il y a des femmes frigides qui ne répondent jamais aux avances de leur mari; il y a des hommes impétueux qui froissent leur délicate compagne. La cruauté se mélange à la volupté, la dépasse puis occupe seule le champ de la conscience. Le perverti (sadique, masochiste) prend un moyen de la joute amoureuse, la conquête ou la soumission, pour une fin; il parcourt le cycle complet de la détumescence au spectacle de l'asservissement ou de l'humiliation. L'euphorie s'obtient parfois par l'assouvissement d'un crime. Le fétichiste se trompe de but; au lieu de poursuivre la fusion des sexes par une harmonisation totale, il s'éprend d'un détail tantôt de la chevelure, de la bouche ou du pied du partenaire, tantôt des chaussures, du linge, ou des habits de l'être aimé, tantôt enfin d'une attitude ou d'un mouvement (mouvements du torse, boiterie). Des maîtres d'écoles deviennent amoureux de leurs élèves. Surtout l'homosexualité répand son règne dans notre vieille civilisation!

Le docteur Moll est cependant optimiste! Les jeunes gens ont un instinct indifférencié; des erreurs d'aiguillage sont réalisées dans des circonstances défavorables. Rien n'est plus facile que de redresser par une éducation précoce et attentive cette erreur d'aiguillage. Il faut empêcher l'habitude de fixer des mécanismes sexuels pervers. Orienter avec sollicitude et conseiller de rechercher des circonstances favorables; voilà la tâche du médecin; le cycle sexuel se rétablira dans sa forme normale. Les constitutions anormales innées sont moins fréquentes qu'on le prétend. Si le malade désire guérir, il écarte d'abord de son imagination, les représentations volontaires; puis il s'impose peu à peu d'une part la désagrégation et l'élimination des associations perverses, d'autre part la création et le renforcement d'associations normales.

En lisant le livre d'Albert Moll, on reprend un peu confiance dans l'avenir de notre race. Le savant médecin ne montre pas nos enfants voués à la dégénérescence fatale. Il reste des ressources pour relever certains courants de mauvaises influences, certains exemples que des cyniques prônent.

Deuxième partie

Opinion des idéalistes.

L'étude du moment présent nous enferme dans une analyse de besoins et de sentiments qui réduisent l'homme à une machine ou le font tomber plus bas que les bêtes. L'historien montre les sociétés à la poursuite d'un idéal. Des génies, des héros ont montré la voie qui exhausse l'homme au-dessus de l'animalité. Sans doute une part d'interprétation s'insinue dans l'histoire. Pourtant il paraît difficile de nier l'impulsion donnée à l'humanité par les savants et les sages. Le balayeur des rues bénéficie de la pensée d'un Descartes ou d'un Kant. Fr. W. Foerster[1] montre l'importance du développement spirituel du christianisme; il oppose aux impulsions de l'instinct la dignité de l'homme qui discerne, choisit et juge les désirs et les tendances subordonnés.

Ici nous devrions mes confrères et moi, les médecins, faire sans fausse honte un *mea culpa*. Quand nous analysons les phénomènes de la vie dans le moment présent, nous ne nous rendons pas assez

1. H. Allaix : *De l'Inversion sexuelle à la formation et à la détermination des sexes* (J. Peyronnet, éditeur, 7, rue de Valois, Paris).

2. Dr R. V. Kraft-Ebing : *Psychopathia sexualis* (Payot, éditeur, 106, boulevard Saint-Germain, Paris).

1. *Morale sexuelle et Pédagogie sexuelle. Fondements nouveaux de vieilles vérités* (Bloud et Gay, libraires, 3, rue Garancière, Paris).

compte de ce que la durée a déposé en nous de possibilités. L'hérédité et l'éducation, par des alluvions lentement déposés, laissent à l'état virtuel, des dispositions que nous ne sommes pas libres de détruire entièrement malgré les aberrations de notre époque. Bien qu'entraînés dans une ère de machinisme, bien que le confort et le succès paraissent les seuls buts poursuivis, les puissants idéals du christianisme laissent des traces dans notre esprit. Une psycho-physiologie rétrécie nous montrant l'homme actionné par des besoins et des sentiments de bien aise et de malaise, conduirait à cet individualisme forcené des philosophes de la fin du XIXe siècle. Les impulsions de l'individu doivent être encadrées par les ordres objectifs lentement élaborés par la Société qui nous a élevé dans la hiérarchie des êtres. Qui ne conçoit pas la dignité du civilisé n'est pas digne d'être homme. Si nous nous réduisons à des mécanismes conditionnels nous sommes amenés à conclure avec la parole de saint Paul : « Alors, buvons et mangeons et soyons joyeux car demain nous serons morts. » Fr. W. Foerster a eu raison, dans son livre dense et documenté de rappeler « la souveraineté de l'esprit sur les impulsions momentanées du corps ». La maîtrise de soi a une valeur humaine supérieure à la maîtrise sexuelle. De grands et impérieux idéals ont été introduits dans notre mentalité par le christianisme; ils continuent de vivre dans l'inconscient des plus réfractaires d'entre nous. La force suggestive de la tradition ressort de l'évolution des civilisations. Le travail, les doctrines philosophiques, les religions rendent possible à l'être humain le sacrifice que les besoins et la raison calculatrice ne soutiennent pas. La discipline, le renoncement augmentent la valeur morale de l'homme. « Tout ce qui gêne l'homme, écrit Joseph de Maistre, le fortifie. Plus d'un restera ferme à 30 ans devant une belle femme parce qu'on lui a appris, à 5 ou 6 ans, à se refuser volontairement un jouet ou une sucrerie ». Et Nietzsche, en une formule concise, a dit : « Ne jette pas le héros hors de ton âme ». Le christianisme est « un système de répression parfaite de tous les instincts mauvais » (Fouillée).

CONCLUSION

Les réalistes ont raison de dire que la morphologie du corps et la disponibilité énergétique conditionnent l'activité. Les oscillations du rythme vital se dessinent suivant une marge inextensible. L'hyperesthésie ou l'anesthésie sexuelle par exemple donneront une forme particulière à la conduite de l'homme doué de ces qualités. Mais la valeur fonctionnelle des tissus, des glandes et des muscles ne joue un rôle que pour déterminer le quantum de l'énergie utilisable. Reste l'essentiel, la qualité de l'activité. L'idéalisme a raison de rappeler l'importance raciale de l'éducation. L'éducation seule est capable d'orienter, de diriger l'activité des enfants; son pouvoir est encore très grand lorsqu'une hérédité morbide accable l'individu de tares débilitantes. Il y a une hiérarchie parmi les finalités poursuivies par l'homme. Chacun se meut dans un cercle d'actions, mais ce cercle d'actions se trouve à un niveau variable de moralité. Le pervers qui suit des pieds mignons le long des trottoirs parisiens, l'original qui collectionne des boutons de culotte place volontairement son activité sur un plan inférieur à la femme charitable qui élève et soigne des orphelins ou du savant qui cherche à améliorer le sort de l'humanité. Les êtres les plus débiles, un Pascal par exemple, ont donné des exemples qui infirment les doctrines néfastes du laisser aller et de la fantaisie. Nous devons nous ressaisir et relever nos mœurs, lorsqu'elles se relâchent, car ce sont les circonstances défavorables de l'ambiance sociale qui donneront une mauvaise orientation au rythme vital de nos descendants.

René Porak.

§ 4. — Art de l'Ingénieur.

La question des transports urbains.

La question des transports se pose actuellement avec une importance toujours croissante dans les grandes agglomérations urbaines.

Il ne paraît pas exagéré d'avancer que de la solution, bonne ou mauvaise, qui est apportée à cette question, dépend dans une large mesure l'aspect sous lequel il convient, dans chaque cas, d'examiner les multiples problèmes qui se présentent, au point de vue social par exemple, dans les principaux centres industriels.

Qu'il nous suffise de rappeler à ce sujet combien la question des transports est intimement liée à celle de l'hygiène publique.

Le problème revêt une particulière gravité dans les vieilles cités où la plupart des rues et des ponts ont été construits au hasard des circonstances, sans vues d'ensemble, et surtout sans qu'on soupçonnât l'ampleur qu'y prendrait un jour la circulation.

Or il n'est pas question, sauf dans certains cas bien déterminés, comme ceux où la salubrité publique est en cause, de démolir des quartiers entiers pour les édifier à nouveau suivant les règles de l'urbanisme moderne.

Force est donc, en général, de s'accommoder de l'état de choses existant, pour lequel on doit chercher la meilleure solution possible à donner à la question des transports.

Au premier abord, le problème paraît plus aisé à résoudre dans des villes dont l'origine remonte beaucoup moins loin dans le passé que celle de la plupart des capitales du vieux monde, par exemple, mais dont, par contre, le développement a été beaucoup plus rapide.

Or on va précisément voir, par l'exemple cité ci-dessous, que, même dans ce cas, il arrive que la circulation urbaine atteigne une intensité telle qu'elle surpasse bientôt les prévisions qui avaient paru les plus larges.

Ce phénomène est principalement dû au très grand développement qu'a pris depuis quelques années l'em-

ploi de l'automobile individuelle comme moyen de transport.

***

La concurrence des transports en commun électriques et des automobiles particulières a fait récemment dans une revue américaine, l'*Electrical Engineering*[1], l'objet d'une étude due à M. Ch. Gordon, de l'American Electric Railway Association. Cet article contient un certain nombre de renseignements statistiques qui éclairent l'un des aspects du problème des transports, et que nous croyons intéressant de reproduire ici.

On estime que le débit maximum des véhicules automobiles circulant dans le même sens en une seule file ininterrompue, peut atteindre, dans les meilleures conditions, 1.800 voitures par heure, dans une rue sans aucun croisement transversal.

A titre d'indication, on a constaté, le 30 mai 1930, que 1.253 voitures ont traversé par heure, sur une seule file, le Holland Tunnel qui, passant sous l'Hudson, relie Jersey City à New-York City. La capacité maxima du tunnel, sur deux files, est estimée à 1.270 automobiles par file et par heure.

On a calculé approximativement que 900 véhicules par file et par heure pouvaient circuler dans une voie présentant des croisements normaux.

Lorsqu'une rue présente plusieurs files dans le même sens, la valeur indiquée ci-dessus diminue dans la proportion donnée par le tableau suivant :

Nombre de files dans une direction	1	2	3	4	5
Débit par file en % de celui d'une file unique	100	89	79	70	62

On s'est proposé de calculer les débits de rues de différentes largeurs dans les trois cas suivants :

1° circulation rapide dans une rue sans croisements ni arrêts autorisés;

2° circulation rapide dans une rue avec croisements mais sans arrêts autorisés;

3° circulation rapide dans une rue avec croisements et avec « parking » autorisé le long du trottoir.

On a déterminé les valeurs indiquées dans le tableau suivant :

1. *Electrical Engineering*, n° de janvier 1931.

Largeur de la rue dans une direction	Rue sans croisements ni arrêts		Rue avec croisements sans arrêts		Rue avec croisements et parking	
	Nombre de files	Nomb. de véhicules par file	Nombre de files	Nomb. de véhicules par file	Nombre de files	Nomb. de véhicules par file
20 pieds	2	2.650	2	1.200	1	750
30 —	3	3.550	3	1.800	2	1.450
40 —	4	4.200	4	2.200	3	2.000

Dans le troisième cas envisagé, le « parking » autorisé le long du trottoir élimine complètement l'usage d'une file.

On estime de plus que la manœuvre des véhicules qui viennent se ranger le long du trottoir ou qui le quittent, réduit de 20 % le trafic de la file contiguë.

Les observations faites dans un grand nombre de villes permettent d'estimer à 1,7 le nombre de voyageurs par véhicule; ce renseignement permet dans chacun des cas envisagés, de déduire des chiffres du tableau ci-dessus le nombre des voyageurs transportés.

Par ailleurs, une voie simple de tramway parcourue par des voitures de 48 pieds, soit environ 14 m. 50 de longueur, comptant 60 places assises, a un débit maximum de 180 voitures par heure. Dans les rues où la circulation est intense, ce maximum s'abaisse à 150; ce dernier chiffre correspond à 9.000 voyageurs par heure, c'est-à-dire beaucoup plus que dans le cas d'automobiles particulières circulant sur 4 files dans une rue sans croisements ni arrêts autorisés.

Enfin, l'adoption d'un chemin de fer électrique, souterrain ou surélevé au-dessus des rues, laisse aux automobiles la faculté de circuler librement dans ces dernières.

New-York possède un métropolitain souterrain à quatre voies dont deux sont affectées aux trains omnibus et deux aux trains express.

Son débit maximum atteint par heure 35 trains-express de 10 voitures; et 30 trains omnibus de 6 voitures.

Le nombre des voyageurs transportés dans chaque sens est de 47.000.

Les transports en commun électriques, souterrains ou surélevés paraissent, en résumé, constituer la véritable solution du problème de la circulation urbaine.

Ph. T..

LA GENÈSE DE L'OPÉRATION DE LA JONCTION GÉODÉSIQUE DIRECTE DE LA CORSE A LA CHAINE MÉRIDIENNE DES ALPES

A cinquante-cinq ans, à écrit BUFFON, les projets de l'homme sont avortés ou mûris.

Cette fixation d'âge s'est vérifiée en ce qui me concerne d'une façon extraordinairement précise : dans ma cinquante-quatrième année, j'avais cru terminée la série des extensions, projetées presque annuellement pour ma Description Géométrique détaillée des Alpes Françaises, et j'écrivais en 1924 dans l'Introduction du Tome VIII relatif à la Chaîne Méridienne de Dauphiné-Provence : « Voilà pourquoi c'est seulement au moment où il ne reste plus qu'une seule campagne de longue durée à exécuter — la vingtième — que je me donne l'autorisation d'interrompre l'établissement si passionnant des résultats poursuivis inlassablement, pour attaquer la publication de l'un des éléments dont l'achèvement des opérations mathématiques est terminé. »

A peine avais-je pris ainsi la résolution de limiter à une seule vingtième campagne (qui devait s'appliquer à la fin des réseaux de détail des Alpes-Maritimes), le développement sur le terrain de l'ensemble de mes triangulations, qu'un projet — plus audacieux, évidemment, que tous ceux que j'avais pu jusque là si heureusement accomplir — s'imposait tout à coup d'une façon éclatante et impérieuse à mon esprit, où, à l'état latent, il devait probablement germer depuis plusieurs années. S'y étant installé en dominateur de toutes autres pensées, il n'allait me laisser aucun répit tant que son étude, minutieusement préparée, puis son heureuse exécution, si rapidement accomplie, n'eussent abouti à la vérification de la sentence de BUFFON.

Quelques semaines en effet après que mes cinquante-cinq ans étaient révolus, mon grand projet était non seulement mûri, mais complètement réalisé. J'avais, après deux campagnes, en 1925 et en 1926, dont la première me demanda certainement les plus grands efforts, mais aussi me procura les plus grandes joies de toute ma carrière, recueilli, d'une part, toutes les observations nécessaires à la jonction géodésique directe de la Corse aux côtés méridionaux de ma Chaîne fondamentale des Alpes françaises et, d'autre part, tous les éléments de l'établissement d'une triangulation précise de la grande île, établie sur une chaîne méridienne la traversant du Nord au Sud. J'avais, enfin, mûri et préparé les moyens de réaliser une étude dont l'intérêt dépassait de beaucoup le seul territoire national, dans sa contribution à la connaissance de la forme de la Terre. Cette étude, basée sur des considérations quelque peu distinctes de celles adoptées jusqu'ici, par les différents Etats, ne pouvait facilement être conçue et menée à bien que par une volonté particulière, libérée des idées admises et suivies communément par les grands Services géodésiques, en n'engageant qu'une seule responsabilité personnelle. C'est, en effet, la première fois, tant dans l'histoire des Sciences, appliquées à la recherche de la forme de notre Globe que dans l'étendue des champs d'investigation où les nations diverses se sont fait l'honneur, déjà plus que séculaire, de cette recherche, qu'une initiative déliée de toute attache officielle s'est vouée à un semblable problème; et, si elle a éprouvé, quelquefois, momentanément, les inconvénients de l'action isolée, elle a, par contre, recueilli les immenses bénéfices de l'unité persévérante des moyens tendus vers le but et du synchronisme des décisions les plus générales comme les plus détaillées. Et à ce sujet, on voudra bien m'excuser de rappeler un passage de DESCARTES : « Entre lesquelles [pensées] l'une des premières, « fut que je m'avisay de considérer, que souvent « il n'y a pas tant de perfection dans les ouvrages composez de plusieurs pièces et faits de « la main de divers ministres, qu'en ceux auxquels « un seul a travaillé[1]... »

Non pas que je n'aie pour les travaux exécutés par les collectivités dans les grandes administrations géographiques des Etats la plus grande et la plus déférente estime. Cependant, comme tant d'autres, j'ai constaté les inévitables retards dus aux réglementations des pouvoirs centraux ou aux variations de principes ou d'applications des idées dirigeantes. Malgré les bonnes volontés et les compétences qui ne peuvent jamais être mises en doute, la succession souvent trop rapide des chefs et le nombre forcément important des exécutants dénaturent et même font échouer complètement de grandes et indispensables constructions. L'histoire de la définition d'une Carte moderne de la France répondant à un minimum de désirs légitimes nés des progrès de l'industrie, de la Science, du tou-

1. DESCARTES : *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les Sciences.* Edition orig., Leyde, Jan Maire, 1637, p. 13.

risme et, hélas ! aussi de la guerre, exposée par le général BERTHAUT, ancien Directeur du Service Géographique de l'Armée, dans l'un de ses plus remarquables ouvrages[1] et pour la fixation de laquelle lutte encore énergiquement le général BELLOT[2], son Directeur actuel, n'est qu'une des illustrations de cette constatation.

Ainsi donc les chances vraiment inouïes qui, depuis plus d'un quart de siècle, malgré tant de possibilités contraires, me conservent leurs faveurs, m'ont permis les envolées d'un nouveau rêve indubitablement supérieur à tous ceux que j'avais pu jusque là réaliser... Et contrairement à ce qui se passe généralement, où, si souvent, l'homme prévoit plus qu'il ne peut exécuter, il s'est trouvé qu'exalté par ces faveurs, j'ai été amené à exécuter plus que je n'avais osé entrevoir dès l'origine.

Si dans l'Introduction du Tome huitième à laquelle je faisais allusion plus haut, je me félicitais des conditions physiologiques qui me laissaient encore il y a quelques années la force et l'endurance nécessaires aux longues ascensions et surtout aux longs séjours de travail sur les cimes, avec quelle reconnaissance ne dois-je pas aujourd'hui m'incliner devant les bienheureuses circonstances de santé physique et d'ambiance morale favorable qui ont continué à accompagner la préparation des opérations où entraient tant d'aléas techniques, tant de craintes d'incomplète ou d'irrationnelle exécution, tant de modalités nouvelles dans les principes et dans les détails de la conduite des opérations, tant de fatigues probables, tant de séjours prolongés sur les sommets culminants dans les abris peu adaptés aux exigences théoriques de l'âge mûr, tant de nuits passées sans sommeil en observations, quelquefois passées aussi dans le trouble de graves perturbations atmosphériques, en tout cas, toujours, dans l'attente fébrile des conditions propices.

Mais devant l'enjeu scientifique et national qui m'apparaissait clairement et dont la possession devait résulter de la réussite de mes nouveaux programmes, toutes ces préoccupations s'atténuaient et, par une sorte de grâce d'état, ne se dressaient pas devant mes yeux avec la force des réelles difficultés dont la perspective eût dû maintes fois m'arrêter en chemin.

En premier lieu il s'agissait de concevoir et de réussir la traversée géodésique d'un large bras de mer, genre d'opération exécuté avec une envergure comparable quatre fois seulement auparavant, par des missions d'Etats, dans des conditions d'ailleurs grandement facilitées (sauf pour la première d'entre elles) par la collaboration de nombreuses compétences et de puissants moyens matériels. Car la jonction géodésique directe de la Corse à la côte provençale n'avait comme principaux antécédents que les deux jonctions des Iles Baléares à la côte espagnole — dont la première resta célèbre en raison de l'époque où elle fut entreprise —, puis celle des îles de l'Archipel toscan à la Sardaigne, réalisée en 1902 par l'Institut Géographique militaire italien, et surtout enfin celle de l'Algérie à l'Andalousie, effectuée grâce au concours des deux Administrations française et espagnole en 1879. Bien entendu, d'autres traversées maritimes ont été souvent envisagées et réussies. Mais, pour n'en citer que quelques-unes, les jonctions de la France et de l'Angleterre, du Danemark et de la Suède, de la Sicile et de la Tunisie, de l'Italie à l'Albanie, d'une part, et aux îles dalmates, d'autre part, des îles Canaries entre elles, etc., etc., n'ont présenté qu'exceptionnellement des côtés dépassant cent kilomètres.

En second lieu, les valeurs obtenues pour les côtés d'aboutissement en Corse de ce polygone de jonction étant prises comme bases de départ, j'ai pu observer et calculer une Chaîne méridienne fondamentale, traversant toute l'île, destinée, d'une part, à étayer éventuellement toutes triangulations ultérieures détaillées et, d'autre part, à permettre le rattachement des diverses stations astronomiques que — comme précédemment sur le territoire continental — je faisais occuper par mon ami G. FAYET, directeur de l'Observatoire de Nice, en vue d'une étude des déviations de la verticale.

Entre temps, j'avais, d'ailleurs, reconnu que des déterminations astronomiques rapprochées pouvant être, avant tout, utiles à ces recherches locales, participeraient également à une étude générale de la figure de la Terre, pour laquelle ces déterminations auraient à se faire le long d'un arc de très grande amplitude, dépassant de beaucoup les cinq degrés et demi sur lesquels se déroulaient mes opérations personnelles et rendant les perturbations dues aux attractions locales, aussi peu nocives que possible, parce que noyées, en quelque sorte, dans une masse de valeurs de latitudes, réparties sur cet arc formant fraction très importante de la périphérie terrestre.

L'exacte discrimination, aux stations astronomiques, de la part provenant des déviations locales et des valeurs de la latitude strictement dues à la courbure moyenne des lignes géodésiques est, en effet, impossible par les méthodes actuelles. J'ai alors été conduit à étudier un mode de calcul d'arc de très grande amplitude, mode découlant d'une

1. Colonel BERTHAUT : *La Carte de France*, 1750-1898. Etude historique. Tome I (1898). Tome II (1899). Imprimerie du Service Géographique.

2. Colonel BELLOT : *La nouvelle Carte de France*, Imprimerie du Service Géographique, 1923.

appréciation comparative des précisions qu'il est actuellement loisible d'obtenir concurremment, dans les observations astronomiques et géodésiques. Basée sur les résultats de mes triangulations personnelles entre le Jura et Bonifacio, soudées, au Nord et au Sud de leurs Parallèles extrêmes, aux triangulations officielles fondamentales des Services géographiques des Nations, dont l'arc que j'ai envisagé traverse les territoires, cette étude a formé la troisième grande division de ce Tome neuvième qui se présente ainsi comme la suite normale des Chaînes méridiennes constituant les Tomes premier et huitième, de la Description Géométrique détaillée des Alpes Françaises.

En avril 1892, je visitais la Provence pour la première fois.

Mes yeux, qui venaient dans les trois années précédentes de s'ouvrir aux éblouissants spectacles des grandes Alpes, dont les premières empreintes ineffaçables devaient agir si profondément sur toute ma destinée, se reposaient dans la béatitude contemplative de ces paysages nouveaux pour moi. Les lignes, les couleurs, l'atmosphère des rivages et des flots de cette Méditerranée, d'où était sortie notre civilisation, réveillaient mes souvenirs classiques de l'antiquité, ravivaient les études que, la veille encore, je consacrais aux lettres, exaltaient mes préoccupations actuelles scientifiques (je devais être reçu quelques mois plus tard à l'Ecole Polytechnique). Ces eaux n'étaient-elles pas, en effet, celles qui baignaient aussi l'Italie et la Grèce, cette dernière que j'avais surtout appris à aimer, aussi bien comme mère de Diophante, d'Euclide, de Méton et de Ptolémée que comme celle d'Homère, d'Aristophane, de Sophocle, de Platon et d'Aristote et aussi de Phidias, de Praxitèle et d'Apelle. Aux ardentes envolées juvéniles vers les domaines artistiques, littéraires et scientifiques, mon esprit fixait volontiers un but à la fois idéal et concret dans ces terres de l'Hellade dont les épopées, l'histoire, les siècles merveilleux de Périclès et d'Alexandre avaient enchanté mes songes studieux et mes aspirations de beauté, de précision et de vérité. Aussi bien dans les rêveries des soirées embaumées que dans les randonnées magnifiques sur les audacieuses routes de la prestigieuse Côte d'Azur, ma pensée traversait facilement les trois cent cinquante lieues qui me séparaient de ce berceau de la noblesse intellectuelle, au cours de ces journées révélatrices, baignées de l'étincelante atmosphère du Midi, enveloppant l'ensemble de toutes ces contrées bénies. Je vivais avec mes réminiscences de rhétoricien, me représentant avec amour les pays où tant de souvenirs s'étaient inscrits plus ou moins nettement dans ma mémoire : ces flots, c'étaient pour moi ceux qui avaient porté, vingt années durant, Ulysse avec ses infortunes, ses déceptions, ses luttes contre les dieux puissants et contre les hommes méchants, mais aussi avec ses fidèles espoirs, son courage indompté, sa patience rusée, sa persévérance mère de toutes les réussites; ces rochers, c'étaient ceux des côtes de Sunion, d'Egine et de Salamine, ces caps, ces anfractuosités me figuraient les promontoires et les golfes du Péloponèse... De la route de la Haute Corniche taillée aux flancs des pentes de la Tête de Chien et du Mont Agel, dominant les perspectives éblouissantes des golfes de Villefranche et de Beaulieu, ainsi que l'audacieux nid d'aigle d'Eze, je finissais par perdre le sens du réel. Dans la griserie d'un idéal radieux, mon imagination, lancée à la poursuite des délicieuses vapeurs voltigeant dans mes songes en gazes légères se drapant dans l'air d'une splendide journée d'avril, faisait surgir peu à peu les apparitions féeriques qu'aidait l'irradiation délicate des nuances les plus ténues comme des couleurs les plus heurtées... Les collines, les bois, les villages, plus loin de hautes montagnes, s'étageaient successivement ou simultanément sur ma rétine qui accueillait, dans une même vision, les transmissions des objets matériels comme les conceptions idéalisées de mon cerveau halluciné. Nés aussi bien de mes rêves, que s'étendant réellement au long de l'admirable chemin, les rochers et les bois, les sommets, les paysages et les cités de l'Attique, les ruines de Tyrinthe, de Mycènes et d'Olympie, les plaines brûlées de Lacédémone... se dessinaient, tels que je me les étais figurés, et, tels aussi d'ailleurs que je devais les voir quatre ans plus tard.

En fruits mûris des étés précédents, passés en longues ascensions et en admirations passionnées des grands pics et des glaciers de la Haute-Savoie et de la Suisse, surgissaient des chaînes de monts de plus en plus brillantes, aux silhouettes neigeuses de plus en plus précises : semblant sortir de l'horizon de la mer, se définissaient les dentelures éclatantes d'une crête particulièrement nette dont l'obsession et la fixité de contours froissaient presque ma perception visuelle dans une acuité prodigieuse; ... Taygète, Parnasse, Olympe ou Pinde, Ossa, Pélion ou Œta, le tableau était intense, vigoureux, palpable presque dans son dessin immuable, ne souffrant d'autres intermittences que des disparitions momentanées coïncidant curieusement avec certains passages de l'itinéraire que nous suivions... Mais les contours restant fixes, les couleurs — surtout les violets argentés des bases et le blanc éclatant des cimes tranchant sur l'azur doré de l'horizon — acquéraient spécialement, dans la multiple fantasmagorie, une intensité de plus en

plus violente au fur et à mesure que par sa constance, la vision merveilleuse s'incrustait dans la perception physiologique du nerf optique et que je m'abandonnais aux délices de ce rêve dont je finissais par suspecter l'immatérialité...

Une parole, un cahot ou peut-être seulement une sensation trop forte du cerveau, me réveillait soudain : mes songes s'évanouissaient brusquement..., mais, ô merveilleux prodige, mes yeux continuaient à percevoir par delà l'horizon de la mer d'azur foncé, subsistant seul des fantastiques apparitions, le liseré violet surmonté de la fine crête blanche profilée sur les ors bleutés du ciel. Etait-il donc possible de saisir ainsi la subite métamorphose de l'irréel en réel ?... Rome, la Sicile, les bords africains, les siècles glorieux des peuples riverains de cette Méditerranée enchanteresse se matérialisaient-ils donc ainsi subitement dans la silhouette étincelante qui se concrétisait maintenant et semblait absorber tout ce qu'avait évoqué mon cerveau des magnifiques époques disparues, illuminées de toutes les splendeurs intellectuelles que les écrivains, les artistes, les savants avaient, une vingtaine de siècles auparavant, répandues sur ces territoires devenus les plus prodigues de beauté et de grandeur morale ?...

Et voilà comment, dans la plus brillante lumière matérielle, mais surtout dans un cortège immatériel de rêves d'art, de poésie et de science, m'apparut la Corse pour la première fois [1].

. . . .

Trente et un ans s'écoulent ensuite pendant lesquels j'eus l'occasion de revenir quelquefois sur le littoral provençal et d'y faire même un séjour de plusieurs semaines. Chaque fois, l'une des sensations les plus précises que je voulais y retrouver me faisait ardemment souhaiter une nouvelle vision de la Corse. De même que l'esprit tressaille aux souvenirs des premières impressions idéales de la jeunesse, et se sent envahi par l'âpre désir de leur résurrection, de même, pour la joie de contempler la silhouette neigeuse qui les avait émerveillés un jour, mes yeux tendus dans une patiente observation scrutèrent maintes fois, mais en vain, l'horizon de la mer : jamais la délicate apparition ne se reproduisit pour eux au cours de cette longue période.

Mais en 1923, mes opérations de la Chaîne Méridienne de Dauphiné-Provence me conduisent notamment au sommet de la Cime du Diable [1] où, dès les premières heures du 25 août, après une série d'orages, l'atmosphère d'une rare pureté me permet de distinguer avec une parfaite netteté la Corse et l'île d'Elbe. L'esprit tendu sur le programme d'un tour d'horizon, préparé avec rigueur aussi bien dans le choix des directions à observer que dans le nombre des séries à réitérer pour chacune d'elles, je ne songe pas à profiter des facilités exceptionnelles qui se présentent toute cette journée-là, et d'ailleurs aussi la suivante, pour des pointés excellents sur les sommets culminants des deux îles. Quelle moisson cependant aurais-je recueillie aisément dans cette limpidité, si j'avais osé penser que pouvaient entrer deux ans plus tard dans une compensation inespérée, les lieux géométriques qui l'auraient si bien complétée ! Mais à ce moment, je ne songeais qu'à finir ma Chaîne Méridienne de précision et mon audace n'avait pas encore, par la raison ultérieure de la réussite obtenue pour celle-ci, dépassé les bornes de ce qu'il me paraissait alors licite de souhaiter. A l'automne, durant d'autres séjours sur les stations de la Chaîne Méridienne, la silhouette de l'île m'apparut plusieurs fois ; comme j'avais, d'ailleurs, entre temps, réfléchi à la faute commise de ne pas avoir profité de la si belle visibilité offerte lors de l'occupation de la Cime du Diable et m'étais promis, à tout hasard, si de nouvelles occasions se présentaient, de ne pas les laisser échapper, je fus amené à enregistrer, par la suite, notamment à la Sauvette [2] et au Mont Agel [3], des séries de pointés sur le Cinto : sans que je m'en rendisse compte à cette heure, elles allaient constituer le germe qui, latent pendant plus d'une année, se développera presque subitement en janvier 1925 et portera tous ses fruits dans l'été suivant ; ces séries, reprises alors pour une étude détaillée des données du problème apparaîtront si régulières que leurs valeurs moyennes pourront, plus tard, entrer, au même titre que les observations de nuit, dans les calculs de la compensation définitive du polygone de jonction de la Corse.

Si du sémaphore du Cap Ferrat, je pus encore, le 19 novembre 1923, enregistrer plusieurs séries sur le Cinto, je ne crus pas, cependant, à leur

---

1. Indépendamment de la transparence de l'atmosphère évidemment indispensable, la ligne de visibilité inférieure de la Corse depuis le Continent varie avec le coefficient de réfraction des couches atmosphériques qui élève ou abaisse la silhouette de l'île au-dessus du niveau apparent de la mer. Ce phénomène a été remarqué il y a déjà plus de deux siècles ; dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, pour 1722, se trouve un passage relatif à cette observation, auquel DELAMBRE fait allusion dans son Discours préliminaire du tome Ier de la *Base du système métrique décimal* (page 37) : « C'est ainsi que des côtes de Gênes et « de Provence on voit quelquefois les montagnes de « Corse s'élever au-dessus de l'horizon sensible comme « si elles sortaient de l'eau, et disparaître ensuite, comme « si elles se plongeaient dans la mer ».

1. Voir *Description géométrique détaillée des Alpes françaises*, t. VIII, p. 212.
2. *Id.*, p. 240.
3. *Id.*, p. 261.

examen ultérieur approfondi, devoir les faire participer à la compensation générale de la jonction, à cause du manque de précision de pointé que, ce jour-là, je constatais sur la silhouette supérieure de la montagne.

Malgré la possession de tous ces documents qui mettaient à ma disposition une possibilité de détermination déjà très approchée du point le plus élevé de la Corse, je ne devais les utiliser à un premier calcul que quinze mois plus tard. J'allais être, en effet, complètement absorbé par l'élaboration des observations de la Chaîne Méridienne de Dauphiné-Provence puis par la rédaction et la publication des résultats correspondants. D'autre part, la dix-neuvième campagne relative à une extension des réseaux de détail des chaînes de la vallée moyenne de la Durance et des massifs de l'Ubaye devait me retenir sur le terrain jusqu'à la fin d'octobre 1924.

A vrai dire, je dois avouer que si je n'étais pas plus pressé d'utiliser ces documents, c'est que je n'avais pas pris encore suffisamment conscience du progrès qu'il y avait à accomplir dans la définition géométrique de notre grande île méditerranéenne et surtout dans les bases de cette définition, c'est-à-dire dans les résultats des jonctions antérieures directes qui l'avaient soudée avec plus ou moins de précision aux côtes continentales. Je savais bien que ces bases avaient été recherchées de différentes façons depuis un siècle et demi et que, finalement, il planait une certaine indécision sur le degré de foi qu'on pouvait leur accorder. Mais je n'avais pas examiné encore en détail les diverses opérations par lesquelles elles avaient été établies et je jugeais, d'autre part, à première vue, que le problème comportait des moyens bien trop élevés au-dessus de ceux que j'avais utilisés depuis le début de mes campagnes géodésiques, pour appliquer mon esprit à l'espoir d'une réalisation nouvelle, plus complète et plus précise d'un rattachement de la Corse à la France continentale.

Cependant, les précisions que j'obtenais dans les compensations successives des différents polygones de la Chaîne Méridienne de Dauphiné-Provence, justifiaient les raisons que j'avais eues de penser que, d'une part, avec mes méthodes d'enchaînements complexes, et, d'autre part, avec le soin donné aux observations, je devais arriver à faire rendre à un instrument de mesure angulaire de diamètre relativement faible, des résultats comparables à ceux provenant d'instruments de limbe beaucoup plus grand, par suite que le poids de ces instruments, qui se trouvait réduit dans une proportion qu'on pouvait évaluer au moins au quart, ne se présentait plus comme un obstacle insurmontable dans des occupations de stations difficiles d'accès et où il était, en même temps, indispensable de procéder à des visées d'une longueur inusitée. Et sans chercher à me figurer au préalable avec précision les nombreuses modifications que je pouvais avoir à introduire dans les errements de mes campagnes et de mes observations antérieures, je commençais à prendre connaissance des circonstances qui avaient accompagné les précédentes déterminations.

Il était naturel de m'en référer tout d'abord aux résumés officiels de celles-ci, c'est-à-dire à l'exposé rapide du colonel LEVRET dans le Tome IX du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*[1] en vue d'attirer l'attention du Général Directeur sur l'intérêt de liaisons géodésiques, au Nord, avec l'Angleterre, au Sud avec la Corse, et aux chapitres que le commandant François PERRIER[2] avait écrits dans le

---

1. « En outre, deux lacunes existaient dans l'ancien « travail : les jonctions géodésiques des canevas de la « Corse et de l'Angleterre avec celui de notre Continent.
« La première fut tentée en 1827 par le commandant « (?) DURAND qui parvint à joindre deux points tri- « gonométriques de la Corse, Monte Cinto et Paglia « Orba (triangulation du colonel TRANCHOT), à divers « sommets du premier et du deuxième ordre, de la « Carte de France. Il forma ainsi des triangles qui, « tous, avaient un angle conclu à leur sommet, l'un « des deux points de la Corse. » [Colonel LEVRET : *Jonction géodésique des triangulations de la France et de l'Angleterre* (*Mémorial du Dépôt de la Guerre.* Supplément du tome IX. Paris, Imprimerie Impériale, 1865.)]

2. « C'est au mois de juin 1768, dit le commandant « PERRIER, que le Gouvernement français fut insti- « tué possesseur de l'île de Corse, en vertu d'une « convention passée avec la République de Gênes. L'an- « née suivante, le roi Louis XV, en déclarant la Corse « province d'Etat, lui concéda tous les bénéfices atta- « chés à ce titre et, bientôt après, il ordonna, par un « édit du mois d'avril 1770, que le terrier général de « l'île serait immédiatement commencé.
« M. DE CHOISEUL, alors ministre, confia la direction « des travaux à exécuter à deux ingénieurs géomètres, « MM. TESTEVUIDE et DE BÉDIGIS, assistés de trente « géomètres du cadastre.
« Les opérations géodésiques et la levée des plans « cadastraux furent entreprises simultanément en 1770 « et terminées sur le terrain dans le courant de l'année « 1791; l'ingénieur TRANCHOT qui avait déjà joué un « rôle prépondérant dans les travaux géodésiques de « l'île, avait accompli seul, pendant les années 1789 et « 1790, la liaison trigonométrique de la Corse avec la « Sardaigne d'abord, et ensuite avec les îles intermé- « diaires et les côtes du Grand-Duché de Toscane.
« Deux rapports lus à l'Académie des Sciences, le « 9 février 1785 et le 4 juin 1791, firent connaître « au monde savant les résultats et le degré d'exactitude « de cette triangulation à laquelle le nom de TRANCHOT « reste attaché d'une manière inséparable.

Les deux rapports dont parle le commandant F. PERRIER sont restés manuscrits dans les archives de l'Académie des Sciences auxquelles je les ai empruntés pour en prendre les copies publiées ci-dessous :

PREMIER RAPPORT.

9 FÉVRIER 1785.

« L'Académie nous ayant chargés d'examiner les dé- « tails relatifs à la mesure des grands triangles qui ont « servi de fondemens aux opérations géodésiques de « l'isle de Corse, présentés par M. Bédigis, l'un des « Directeurs de ces opérations, nous allons lui en ren- « dre compte.
« La confection du terrier général de l'île de Corse « fut ordonnée par un Edit rendu au mois d'avril 1770,

Tome X du même Ouvrage, en introduction aux travaux de la triangulation de la Corse de 1863, auxquels il avait participé dans la plus large mesure.

« M. le Duc de Choiseul en confia la Direction à « MM. Testevuide et Bédigis, lesquels se rendirent dans « cette isle en septembre 1770 pour y procéder à l'exé- « cution des ordres qu'ils avaient reçus; voici la mé- « thode qu'ils suivirent.

« L'isle de Corse se dirige dans sa longueur du Nord « au Sud; les Directeurs ont pensé qu'une ligne mé- « ridienne et des triangles dont les distances des som- « mets seraient rapportees à cette ligne et sa perpendi- « culaire formeraient un excellent canevas à leurs opé- « rations; ils avaient pour modèle un semblable travail « exécuté en France et l'on doit convenir qu'ils ne « pouvaient en choisir un meilleur.

« La province du Cap Corse étant alors la partie « plus tranquille de l'isle, il avait été prescrit de la « choisir pour commencer le travail. La tour de Tolare, « située à l'extrémité nord de cette province, fut le point « d'où l'on fit partir la Méridienne; on en commença « le tracé et la mesure au mois de mars 1771; la di- « rection de cette ligne fut déterminée par MM. Henri « de Bélair et Le Rey au moyen d'allignemens pris « sur l'étoile polaire; on fit allumer la nuit, un grand « feu sur la tour de Tolare et l'on se transporta sur « la première montagne du côté du Midi où l'on fixa « un point dans l'allignement du feu de la tour de Tolare « et de l'étoile polaire lorsqu'elle passa au Méridien, « ou plutôt lorsqu'elle se trouva dans le vertical de « l'étoile ε de la Grande Ourse; on prolongea ainsi la « Méridienne de montagne en montagne jusqu'à la dis- « tance d'environ 22 mille toises du Cap Tolare.

« Cette méthode n'est sans doute point la plus exacte « de celles que l'on puisse employer pour tracer une « Méridienne d'une grande étendue. Vers le commence- « ment de mars 1771, l'étoile ε de la Grande Ourse « passait, la nuit, au Méridien supérieur 2'14" de temps « plus tôt que l'étoile polaire ne passait au Méridien in- « férieur; on aurait donc dû laisser écouler cet inter- « valle de tems depuis le passage de l'étoile ε, pour « prendre son allignement sur la polaire afin d'avoir la « vraie direction du Méridien. Nous avons trouvé par « le calcul qu'à cette époque et par la latitude du Cap « Corse, la déviation de la ligne verticale qui passait « par les deux étoiles était de 1' 27" 1/3 de degré du Sud « vers l'Est : cette déviation ne produit cependant que « 39 toises dont la prétendue Méridienne doit s'écarter « vers l'Orient de la véritable et cela à l'extrémité mé- « ridionale de l'isle qui est distante du Cap Tolare d'en- « viron 92 mille toises; on voit que l'erreur dans la « direction de la Méridienne est de peu de conséquence. « On s'est assuré d'ailleurs que les différentes parties « de cette ligne tracée dans la province du Cap Corse « étaient dans une seule et unique direction, en allu- « mant, en une seule nuit, des feux à tous les points « où l'on avait successivement déterminé qu'elle devait « passer et tous ces feux se sont parfaitement rencon- « trés dans la même direction.

« La Méridienne n'a pu être tracée réellement que « dans la province du Cap Corse, à cause des obsta- « cles que le terrein du reste de l'isle a opposés pour « son prolongement; la longueur en fut déterminée avec « de très grands soins, on l'a fixée de 21.827 toises « 4 pieds; la mesure en fut faite avec des perches à « niveau de quatre toises de longueur étalonnées par « la toise de l'Académie; on déterminoit en même tems « les élévations du terrein au-dessus du niveau de la « mer, enfin cette Méridienne a servi à la description « géodésique de la province du Cap Corse qui a très « peu de largeur Est et Ouest et l'on y a rapporté les « grands triangles formés dans toute l'étendue de l'isle.

« Dans l'impossibilité de prolonger la Méridienne, « MM. les Directeurs firent mesurer une très grande « base dans la plaine de *Mariana*; son extrémité Nord « commençoit à peu de distance du terme Sud de la « Méridienne à laquelle on la joignit par quelques trian- « gles subsidiaires. On mesura cette base sur un « terrein très uni et bien de niveau avec trois perches « de chacune trois toises de longueur et ferrées à cha- « que extrémité; on plaçoit ces perches le long d'un « cordeau de 50 toises; la dernière de ces perches « devenoit successivement la première et il en restoit « toujours deux à terre. On mesura deux fois la base « avec ces mêmes précautions, et la différence entre « la première et la seconde mesure ne s'est trouvée « que de quelques pouces sur une longueur de 9.800 « toises. Une portion de cette base servit de fondement « à la mesure que les sieurs Rey et Tranchot furent « chargés de former dans toute l'étendue de l'isle; la « déclinaison par rapport à la Méridienne fut établie « par plusieurs observations répétées de 17° 19' 30" « du Sud à l'Est ou du Nord à l'Ouest.

« Les grands triangles qui forment le châssis général « sont au nombre de cinquante-cinq; ils se terminent « ordinairement à des sommets de montagnes dont plu- « sieurs sont très élevés, les trois angles ont toujours « été mesurés; les sommes n'ont jamais différé d'une mi- « nute de 180 degrés et l'on a fait à chaque angle une « correction proportionnelle à sa grandeur.

« L'instrument à lunettes qui a servi à mesurer les « angles n'avoit à la vérité qu'un pied de diamètre; « MM. les Directeurs regrettent beaucoup de n'avoir pu « s'en procurer un plus grand, mais ils ont tâché d'y « remédier en cherchant à s'assurer de l'erreur qu'on « pouvoit craindre avec cet instrument; pour cela ils ont « fait mesurer une seconde base de 4.050 toises dans « la plaine d'*Aleria* à 25 mille toises environ au Sud « de celle de Mariana et sur le même côté de l'isle, « et une troisième base de 1.926 toises sur un terrein « bien uni et parfaitement de niveau dans la plaine de « *Tarravo*, vers l'extrémité Sud de l'isle et à la Côte « occidentale, les côtés des mêmes triangles calculés « d'après chacune de ces bases n'ont différé entre eux « que de deux toises, une fois et d'une demi-toise « une autre fois. Nous devons dire encore que le plan « de l'instrument se plaçoit toujours de niveau; son « allidade portait une lunette qui s'élevoit ou s'abais- « soit dans un vertical; et l'on eut recours à ce moyen « afin d'éviter la réduction des angles à l'horizon qui « avait pu être fautive par les hauteurs des objets pris « avec un aussi petit instrument.

« M. Bédigis nous a remis tous les angles observés, « les détails des calculs de tous les côtés des triangles « et ceux des distances à la perpendiculaire et à la Mé- « ridienne, le tout nous a paru dans le meilleur ordre. « On s'attend bien que nous n'avons pu vérifier cette « immense quantité de calculs; nous en avons examiné « quelques-uns; ils nous ont paru faits avec toute l'exac- « titude nécessaire.

« Quant à la vraie direction de la Méridienne, nous « engageons MM. les Directeurs à faire déterminer exac- « tement et astronomiquement la déclinaison de quelques- « uns des grands côtés de leurs triangles, surtout vers le « Sud de l'isle; la différence, s'il s'en trouve avec celle « conclue de la suite des angles et de la Méridienne de « Tolare servira à rétablir la vraie direction de cette « ligne dans toute l'étendue de l'isle : un travail fait « avec autant de soin que celui-ci mérite bien qu'on y « ajoute ce degré de perfection.

« Les observateurs eurent soin de mesurer à chacune « des stations les distances du sommet de chaque mon- « tagne au zénit et ils se proposent d'en conclure l'élé- « vation de chacun au-dessus de la mer à partir de « l'extrémité Sud de la base de *Mariana* qui étoit de « 4 toises 1/2 plus haute que ce niveau; les observa- « tions du baromètre portatif et du thermomètre faites « à chaque station et comparées à celles qui ont été « faites en même tems au bord de la mer, pourront ser- « vir à conclure les mêmes hauteurs qu'on comparera « à celles qui résulteront des opérations géométriques.

« M. Bédigis nous a encore remis une coupe d'une « partie de la province du Cap Corse dans le sens de « la Méridienne et sur une étendue de 5 mille toises; « cette coupe représente les différentes élévations du « terrein au-dessus du niveau de la mer dans la direc- « tion de la Méridienne du Cap Tolare; on y voit « aussi la représentation des différens groupes de mon- « tagnes à l'Occident de la Méridienne avec leurs hau- « teurs vraies; les ingénieurs ont amassé tous les ma- « tériaux nécessaires pour continuer cette coupe dans « toute la longueur de l'isle; quoique cela soit étranger « à l'objet de l'Edit, il nous semble que l'exécution en « seroit intéressante.

« Le travail géométrique de l'isle de Corse dont nous « venons de faire l'exposé nous paroit mériter les Eloges « et l'approbation de l'Académie; nous le croyons assez « intéressant pour être inséré par extrait avec une liste « des principaux triangles, dans les volumes des Mé-

Tous deux n'avaient garde d'oublier les mémorables essais du capitaine Adrien DURAND, au cours de ses occupations des sommets du quadrilatère Aix-Marseille-Castellane-Nice en 1827, des-

« moires présentés par les savants étrangers, surtout « lorsque MM. les Directeurs auront fait rectifier la di- « rection de la Méridienne et qu'ils auront achevé les « calculs des élévations des principales montagnes de « l'isle au-dessus du niveau de la mer.

« Fait à l'Académie royale des Sciences, le 9 février « 1785.

« Signé :

« Le Marquis DE CHABERT, DE LA LANDE, BAILLY, PINGRÉ, MÉCHAIN.

DEUXIEME RAPPORT.

4 JUIN 1791.

« L'Académie nous ayant chargés, MM. Delalande (*sic*), « Pingré, de Chabert, Cassini et Méchain, d'examiner « une suite d'opérations trigonométriques et d'observa- « tions astronomiques faites pour lier la Toscane et la « Sardaigne à la Corse, par M. Tranchot, ingénieur- « géographe, nous allons en rendre compte.

« Ce travail a été exécuté par ordre du Gouverne- « ment et à la demande de M. de Chabert, Inspecteur « du Dépôt général des plans et journaux de la Marine; « il est l'extension d'une grande chaîne de triangles qui « avait été formée dans l'isle de Corse, plusieurs an- « nées auparavant pour servir de base à la confection « du Terrier général de cette isle, dont la direction avait « été confiée à MM. Testevuide et Bédigis. Ce premier « travail auquel M. Tranchot avait eu la plus grande « part a déjà mérité les éloges de l'Académie, d'après « le rapport qui lui en fut fait au mois de février 1785. « M. de Chabert occupé à cette époque de la rédaction « des Cartes de la Méditerranée d'après les nombreuses « observations qu'il avait faites en différentes campagnes « dans presque toutes les parties de cette Mer, remarqua « que les premières opérations trigonométriques de la « Corse en donnant l'étendue et la forme exactes de « cette isle, offroit encore le moyen d'en déterminer « la situation par rapport aux côtes de Toscane, où, « tant par ses observations que par celles de M. Slop, « la position du fanal de Livourne se trouvait fixée, « et par rapport à la Sardaigne où il avait observé la « Latitude et la Longitude de Cagliari dans la partie « du Sud. La jonction du Nord de la Corse avec les « côtes de Toscane devoit aussi procurer la détermination « des isles intermédiaires dans lesquelles M. de Chabert « n'avoit pu observer que la Latitude de quelques points « et divers gisements. M. Tranchot retournoit en Corse « et il offroit de se charger de ce nouveau travail qui « promettoit un ensemble intéressant dans un parage « trop fréquenté pour ne pas désirer de le traiter avec « plus d'exactitude que par les moyens nautiques. En « conséquence, M. de Chabert sollicita les ordres du « Gouvernement et demanda au Ministre de la Marine « son agrément pour prêter à M. Tranchot un Quart de « Cercle de deux pieds de rayon et une pendule à se- « condes.

« Muni de ces moyens et animé du zèle le plus actif, « M. Tranchot se rendit en Corse pour y remplir sa « nouvelle mission; et l'on obtint des Cours de Turin « et de Florence les ordres nécessaires pour qu'il put « se transporter et opérer librement en Sardaigne, sur « les côtes et dans les isles de Toscane.

« La formation de la Chaîne de triangles qui devoit « lier le Nord de la Corse à la Toscane exigeoit une « opération préliminaire dans la province du Cap Corse; « les précédentes opérations du Terrier ne s'étendant « pas dans cette langue de terre, qui n'a que deux à « trois lieues de largeur, il falloit y déterminer la dis- « tance et la situation respectives de quelques sommets « de montagnes, d'où l'on put appercevoir au moins « les isles de la mer de Toscane. M. Tranchot s'ap- « puya sur le côté d'un des triangles de la grande « opération, dont la largeur avait été déterminée « presque immédiatement au moyen d'une base de « 4.350 toises, mesurée dans la plaine de Mariana, « avec des perches étalonnées sur la toise de l'Aca- « démie; et par une suite de 14 triangles, il par- « vint à déterminer la distance du mont Saint-Angelo « au mont Stello de 18.540 toises, celle du mont Stello « à la tour de Tolare située à l'extrémité du Cap Corse « de 13.599,8 toises. Ce sont ces deux distances qui « servent de premiers côtés à une seconde suite de « triangles qui embrassent toutes les isles de la mer « de Toscane et les Côtes de ce Duché depuis Livourne « jusqu'au mont Argentale. M. Tranchot a encore me- « suré plusieurs triangles secondaires qui donnent l'éten- « due et la configuration de l'isle d'Elbe.

« La jonction de la Côte Nord de la Sardaigne à la « Côte Sud de la Corse auroit pu s'effectuer en prenant « pour bases les côtés des derniers triangles de la grande « opération de Corse; mais M. Tranchot crut devoir for- « mer deux nouveaux triangles qui, s'appuyant sur des « pointes très élevées, lui procurèrent la facilité d'em- « brasser par une chaîne de treize autres grands trian- « gles toute la Côte Nord de Sardaigne depuis l'isle « Asinara à l'Occident jusqu'à l'isle Tavolara à l'Orient.

« Les cahiers de M. Tranchot contiennent les détails « les plus circonstanciés de toutes les opérations dont « nous venons de faire l'exposé. Il avoit élevé des « signaux en forme de pyramides à chaque point de « station et il a toujours observé les trois angles de « chacun des triangles principaux : la somme de ces « trois angles ne diffère jamais que d'un très petit nom- « bre de secondes de 180 degrés; ainsi il paroit que les « angles ont été mesurés avec toute la précision qu'on « peut obtenir d'un quart de cercle de deux pieds de « rayon. Les cahiers renferment aussi tous les calculs « des triangles; ainsi le travail de M. Tranchot est « complet quant à l'opération et quant à la rédaction. « Il y a joint des Cartes très détaillées qui sont exécu- « tées avec le plus grand soin; elles ont été mises sous « les yeux de l'Académie. Voilà ce qui regarde l'objet « de trigonométrie; mais M. Tranchot en a rempli un « autre qui n'est pas moins intéressant et dont nous « allons parler.

« Il est dit dans le rapport des opérations géométri- « ques qui ont servi de base au terrier général de « l'isle de Corse que les points déterminés ont été rap- « portés à une ligne méridienne passant par la tour « de Tolare et à la perpendiculaire; mais comme la « direction de la Méridienne n'avait été tracée que « par des alignements pris sur l'étoile polaire vers le « tems de sa médiation, on pouvoit craindre que la « Méridienne eut une déviation vers l'Est ou vers « l'Ouest et l'on avoit engagé MM. Testevuide et Bédi- « gis à faire vérifier cette direction par des observations « d'amplitude du soleil. Des circonstances qui sont « étrangères ici, ont empêché ces Messieurs de faire « exécuter cette vérification. D'ailleurs une déviation de « la Méridienne n'influoit en aucune manière sur la « justesse de l'ensemble de leur travail; il suffisoit que « cette ligne fut parfaitement droite, pour qu'elle put « servir à diviser la superficie de l'isle en portions « déterminées de longueur et de largeur. Mais, en géo- « graphie, l'emploi des grands triangles de la Corse et « de ceux qui lient cette isle à la Sardaigne et à la « Toscane exigeoit que l'on connut la véritable direc- « tion d'un des méridiens de la Corse. M. de Chabert « demanda donc que M. Tranchot fut chargé d'établir « cette direction; et pour se mettre en état de le bien « faire, cet Ingénieur avant son départ de Paris, s'exerça « avec l'un de nous aux observations astronomiques « nécessaires pour déterminer la direction d'un méridien « terrestre et la latitude d'un lieu.

« Les registres de M. Tranchot renferment toutes « les données des observations azimutales qu'il a faites « à trois points principaux des triangles de la Corse « qui sont : 1° la tour de Tolare située à l'extrémité « Nord de l'isle; 2° le mont Saint-Angelo qui se trouve « presque sur la Méridienne de Tolare et 31.000 toises « au Sud; 3° la tour de Bonifacio qui est placée à « l'extrémité méridionale de la Corse 9.705 toises à « l'Ouest de la Méridienne de Tolare et 92.433 $^1/_2$ toises « au Sud de sa perpendiculaire. M. Tranchot a réglé « dans chacun de ces lieux la marche de la pendule « par des hauteurs correspondantes du Soleil; à la « tour de Tolare, il a observé sept fois l'arc de dis- « tance entre le Soleil et un signal placé à l'extrémité « d'un des côtés du premier triangle; au mont Saint- « Angelo, il a mesuré dix semblables distances ainsi « qu'à la tour de Bonifacio. Ces observations donnent « la déclinaison d'un des côtés des triangles relative- « ment au Méridien de chacun des trois lieux. La dé- « clinaison de la ligne tirée du mont Saint-Angelo au

tinés à obtenir quelque précision sur la position de deux points caractéristiques qu'il avait visés dans l'île, et, si le colonel Levret ne poussait pas l'examen de la question jusqu'à indiquer la nouvelle solution pratique d'exécution, le commandant Perrier, mis en demeure par la nécessité même du travail qui lui était commandé de trouver les meilleurs départs de ses triangulations, était conduit à étudier non seulement la valeur de la tentative de Durand en 1827, mais les opérations beaucoup plus certaines de l'ingénieur géographe Tranchot à la fin du xviiie siècle.

C'est, en effet, l'opération de cet ingénieur-géographe, l'un des plus illustres de la fin du xviii[e] siècle et du début du xix[e] siècle, qui a constitué la première — et jusqu'ici la plus sérieuse — liaison de la Corse au continent européen. Son auteur qui joua, d'ailleurs, par la suite, un rôle considérable dans le corps savant dont Napoléon I[er] exigeait beaucoup et auquel il ne rendait pas toujours pleine justice, eut une carrière souvent difficile.

Paul Helbronner.
Membre de l'Institut.

« mont Asto, résultante des observations faites à Saint-« Angelo ne diffère que de 1'17" de celle conclue des « observations faites à la tour de Tolare et des trian-« gles qui lient ces deux points. Comparant de même « la déclinaison observée d'un des côtés du triangle « qui s'appuie sur la tour de Bonifacio, à celle conclue « des triangles depuis le mont Saint-Angelo, on ne « trouve que 1'34" de différence.

« Il nous paroit que les résultats de ces comparaisons « prouvent beaucoup en faveur de la justesse des gran-« des opérations trigonométriques de la Corse, car pour « faire disparaître les différences de 1'17" et 1'34", il « suffiroit de faire des corrections de 4, 5 et 6 secondes « au plus à chacun des angles des triangles depuis « la tour de Tolare jusqu'à la tour de Bonifacio; or « ces quantités sont évidemment au-dessous des erreurs « que l'on est exposé à commettre dans la mesure « des angles avec le quart de cercle dont on s'est servi « jusqu'à présent pour les opérations géodésiques les « plus délicates. On doit remarquer encore qu'en effec-« tuant les corrections indiquées de 4" à 6" sur les « angles des triangles, la longueur des côtés n'en éprou-« veroit point d'altération sensible, à moins que cette « longueur ne fut excessivement grande, ce qui n'a lieu « pour aucun des côtés des grands triangles de la Corse.

« Dans le rapport que nous avons déjà fait des « opérations trigonométriques exécutées sous la direc-« tion de MM. Testevuide et Bédigis, nous avions dit « que le détail de ces opérations annonçoient qu'elles « avoient été faites avec beaucoup de précision; nous « voyons aujourd'hui avec plaisir que les opérations « ultérieures qui viennent d'être rapportées justifient « pleinement notre première opinion.

« M. Tranchot a déterminé aussi la Latitude de la « tour de Tolare de 43° 0' 34" par 20 hauteurs méri-« diennes, soit du Soleil, soit des étoiles qui passoient « au Sud et au Nord du zénit; ce qui s'accorde à 2" « près avec la Latitude observée par M. de Chabert à « la tour de la Giraglia sur l'islot devant le Cap Corse. « Cet ingénieur a pareillement fixé la Latitude de la « tour de Bonifacio de 41° 23' 13",8 par 36 hauteurs « méridiennes. Ainsi l'amplitude de l'arc du méridien « céleste compris entre les parallèles des deux points « extrêmes de la Corse seroit selon ces observations « de 1° 37' 20",3. Nous avons comparé cette amplitude « avec celle qui résulte de la distance de la tour de « Bonifacio à la Méridienne de Tolare et à sa perpen-« diculaire, en supposant le rapport des axes de la « Terre de 229 à 230; le degré du méridien entre « Paris et Amiens de 57.074 toises, et nous n'avons « trouvé que 1",5 de plus que par les observations; cette « légère différence montre, au moins, que M. Tranchot « a mis autant de dextérité dans les observations astro-« nomiques que dans les opérations trigonométriques.

« Après avoir rectifié la direction de la Méridienne « de Tolare, on a calculé la distance de tous les points « trigonométriques à cette Méridienne et à sa perpen-« diculaire ainsi que la Latitude de chacun de ces « points et leur différence de Longitude avec la tour « de Tolare; et comme le fanal de Livourne se trouve « lié à l'observatoire de Pise au moyen de quelques « observations faites par M. Slop à la sollicitation de « M. de Chabert; et que de plus la Longitude de « Pise est bien établie par les observations de M. Slop, « il en résulte la connaissance de la position géogra-« phique des principaux points de la Corse, du Nord « de la Sardaigne, des côtes de Toscane depuis Pise « jusqu'au mont Argentale et des isles voisines. Mais « M. de Chabert ayant aussi fixé par observations di-« rectes la Latitude et la Longitude de Cagliari à l'ex-« trémité Sud de la Sardaigne, on voit que le travail « de M. Tranchot produit un ensemble de détermina-« tions qui embrassent un très grand espace et sont « infiniment précieuses pour la perfection de la Géo-« graphie dans cette partie de la Méditerranée si in-« téressante pour la France. Nous croyons donc que « le travail de M. Tranchot dans lequel il a donné « des preuves de son aptitude et de ses talens pour « les grandes opérations géodésiques, mérite d'être con-« signé par extrait dans le recueil des Mémoires pré-« sentés à l'Académie avec la Carte générale des trian-« gles.

« Fait au Louvre le 4 juin 1791.

« Signé :

La Lande, Pingré, Chabert,
Cassini, Méchain. »

« Le réseau géodésique de l'île servit à lier entre « eux, en les coordonnant, les travaux du cadastre et « fournit le canevas fondamental de la carte topogra-« phique publiée par le Dépôt de la Guerre en 1824.

« En 1827, le capitaine Durand, ingénieur géogra-« phe, chargé de trianguler l'espace compris entre Mar-« seille, Aix, Castellane et Nice, put recouper de huit « points du premier ordre appartenant à ce quadrila-« tère, les sommets des Monts Cinto et Paglia Orba, « situés en Corse et qui font partie de la triangulation « de Tranchot. » (Commandant Perrier, *Mémoire sur la nouvelle triangulation de l'Ile de Corse.* Supplément au tome X du *Mémorial du Dépôt général de la Guerre.* Paris, Imprimerie Nationale, 1875.)

LES IDÉES NOUVELLES SUR LA CONDUCTION ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX

1. **La théorie de Drude (1900).** — La première image du courant électrique dans les métaux fut proposée par Paul Drude, qui admit le transport d'électrons libres, se mouvant dans les interstices intermoléculaires, tandis que l'électricité positive, fixée aux atomes matériels, reste en repos. Drude assimila ces « électrons libres » à un gaz et admit que leur énergie cinétique moyenne d'agitation spontanée $\frac{1}{2}mu^2$ est la même que l'énergie moyenne d'agitation $\frac{3}{2}\frac{R}{N}T$ d'une molécule gazeuse :

$$\frac{1}{2}mu^2 = \frac{3}{2}\frac{R}{N}T \qquad (1)$$

($m = 0{,}9.10^{-27}$ g est la masse de l'électron, $N = 6{,}06.10^{23}$ le nombre d'Avogadro, $R = 8{,}313.10^7$ la constante des gaz); cette formule permet de calculer, à la température absolue T, la vitesse spontanée u des électrons d'un métal (en l'absence de tout champ électrique). Par exemple, à la température ordinaire ($T = 300$), on trouve :

$$u = 117 \text{ km par sec.}$$

Dans cette agitation, les électrons heurtent constamment les atomes métalliques, et on peut définir, comme dans la théorie cinétique des gaz, le libre parcours moyen a et la durée moyenne τ entre deux chocs :

$$a = u\tau.$$

Si maintenant on applique au fil métallique de longueur l une différence de potentiel V, l'intérieur du métal devient le siège d'un champ électrique E $\left(\text{donné en valeur absolue par } \frac{V}{l}\right)$, lequel produit sur les électrons une accélération $\frac{eE}{m}$ (où e représente la charge de l'électron). On constatera, au bout du temps τ, un déplacement d'ensemble (le long du fil) :

$$z = \frac{1}{2}\frac{eE}{m}\tau^2,$$

d'où une vitesse supplémentaire d'entraînement, dont la valeur moyenne est donnée par :

$$v = \frac{z}{\tau} = \frac{eE\tau}{2m} = \frac{eEa}{2mu}. \qquad (2)$$

L'intensité I du courant est (en valeur absolue) :

$$I = kesv, \qquad (3)$$

en désignant par s la section du fil et par k le nombre d'« électrons libres » par unité de volume; il vient donc :

$$I = kes\frac{eEa}{2mu} = \left(\frac{ke^2a}{2mu}\right)\frac{s}{l}V, \qquad (4)$$

ce qui redonne la loi d'Ohm, avec une conductivité électrique :

$$\sigma = \frac{ke^2a}{2mu} \text{ (Drude)}; \qquad (5)$$

on retrouverait sans difficulté la loi de Joule en évaluant le travail eEz de chaque électron pendant le temps τ; ce qui fournit pour les ksl électrons libres et en une seconde :

$$P = \frac{1}{\tau}ksl.eEz = kslеEv = El.kesv = VI. \qquad (6)$$

La relation (5) permet de préciser, dans la théorie de Drude, l'ordre de grandeur du libre parcours moyen a; nous prendrons le cas de l'argent, pour lequel il n'y a aucune raison de ne pas supposer l'existence d'*un électron libre par atome.* Comme la masse spécifique de l'argent à 27° C. ($T = 300$) est 10,48 g/cm³ et que sa masse atomique est 107,9, on en déduit :

$$k = 6{,}06 \times 10^{23} \times \frac{10{,}48}{107{,}9} = 5{,}90 \times 10^{22}$$

pour le nombre d'électrons libres par centimètre cube. D'où, d'après (5) :

$$a = \frac{2mu\sigma}{ke^2} = 8{,}06.10^{-7} \text{ cm}$$

(en prenant pour la conductivité de l'argent à 27° C. la valeur $\frac{1}{1670}$ C. G. S. E. M. et pour e $1{,}591.10^{-20}$ C. G. S. E. M.). Comme d'après Bragg, le diamètre atomique de l'argent est $3{,}54.10^{-8}$ cm, on voit qu'un électron saute, en moyenne et d'un seul bond, d'un atome au vingt-troisième.

Faisons remarquer que v atteint *tout au plus* le mètre par seconde : la vitesse d'entraînement (courant électrique) modifie l'agitation thermique de moins d'un cent-millième de sa valeur.

2. **Inadmissibilité de la théorie de Drude.** — Dans la suite, la théorie de Drude a été étendue aux divers effets thermiques, thermoélectriques, galvanomagnétiques, thermomagnétiques..., dont elle fournit, pour le moins, une interprétation qualitative.

Malheureusement, cette théorie — et en particulier l'équation (1) sur laquelle elle repose — conduit à une *impossibilité expérimentale,* relative à la chaleur spécifique des métaux. Pour préciser ce

point, nous allons rappeler brièvement le cas des gaz monoatomiques, des corps simples solides isolants et des corps simples solides conducteurs.

1° Pour un gaz comme l'argon, l'énergie interne U d'un atome-gramme NM est uniquement due à l'énergique cinétique des N atomes :

$$U = \frac{1}{2} NMu^2 = \frac{3}{2} RT \text{ (ergs)}$$

$$= \frac{3}{2}\frac{R}{J} T \text{ (petites calories)}$$

$$= 2{,}980 \text{ T (petites calories).}$$

La chaleur spécifique atomique à volume constant a pour valeur :

$$C = \frac{dU}{dT} = 2{,}980 \text{ (petites calories)}$$

en accord rigoureux avec l'expérience (2,977).

2° Pour un corps simple solide isolant comme le soufre, les atomes ne sont pas libres; ils exécutent des oscillations autour d'une position d'équilibre. Autrement dit, l'énergie interne se compose de deux termes : la somme des énergies cinétiques individuelles $\frac{1}{2} NMu^2$ et la somme des énergies potentielles, chacune d'elles étant due aux actions des atomes sur l'un d'entre eux. Comme, dans un mouvement oscillatoire, ces énergies sont égales, le raisonnement ci-dessus conduit à la loi de Dulong et Petit :

$$C = 5{,}960 \text{ (petites calories).}$$

Effectivement on trouve pour le soufre (vers 100°) 5,6 environ (si l'accord n'est pas meilleur, c'est que les prévisions ne doivent exactement se réaliser qu'à haute température, comme l'indique la théorie des quanta).

3° Enfin un corps solide conducteur, comme l'argent, renferme par atome-gramme, N électrons libres (dont l'énergie interne est 2,98 T) et N atomes matériels (qui interviendront pour 5,96 T). On prévoit donc, pour la chaleur spécifique atomique à volume constant :

$$C = 8{,}94 \text{ (petites calories).}$$

L'argent donne en réalité 5,7, ainsi que les autres métaux, lesquels se situent incontestablement auprès du soufre, en contradiction flagrante avec cette dernière évaluation théorique.

L'objection qui précède resta valable jusqu'en 1927. Le quatrième congrès Solvay (avril 1924) ne réussit pas à la résoudre, et ses rapports parus en 1927 sous le titre *Conductibilité électrique des métaux* devinrent rapidement caducs sur ce point, par le fait de la théorie de Sommerfeld, qui s'appuie sur une des nouvelles statistiques.

3. **Théorie de Lorentz (1905).** — C'est à Lorentz que vint l'idée première d'appliquer la mécanique statistique à la conduction électrique : l'exposé de cette théorie, qui ne modifie guère les résultats de Drude, aura l'avantage de nous acheminer vers les conceptions actuelles.

Le calcul des probabilités s'introduit en tenant compte de la distribution réelle des vitesses autour de la vitesse moyenne u et des libres parcours autour du libre parcours moyen a: il suffit pour cela de transposer la théorie cinétique des gaz (Maxwell). Désignons par dk_0 le nombre d'électrons qui, dans chaque unité de volume, ont une vitesse dont les composantes sont comprises entre :

$$\begin{matrix} u_x & \text{et} & u_x + du_x \\ u_y & & u_y + du_y \\ u_z & & u_z + du_z; \end{matrix}$$

ce nombre (en absence de tout champ électrique) est donné par :

$$dk_0 = A \exp\left[\frac{-Nm(u_x^2 + u_y^2 + u_z^2)}{2RT}\right] du_x\, du_y\, du_z, \quad (6)$$

la constante A s'obtenant en écrivant que le nombre total des électrons est égal à k:

$$A = k\left(\frac{Nm}{2\pi RT}\right)^{3/2} \quad (7)$$

En présence d'un champ électrique E (dirigé suivant l'axe des x), la distribution de Maxwell est modifiée; mais nous savons (§ **1**) que la perturbation est pratiquement *extrêmement faible:* il s'introduit, dans le second membre de (6), un facteur très voisin de l'unité qui a pour valeur :

$$1 - a\frac{u_x}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2 + u_z^2}}\frac{NeE}{RT}, \quad (8)$$

ce qui donne une nouvelle relation, qui remplace (6) et dont nous désignerons le premier membre par dk.

A la place de (3), l'intensité est donnée par :

$$I = es\int_{-\infty}^{+\infty} u_x dk; \quad (3')$$

le calcul se poursuit comme dans la théorie de Drude et il vient pour la conductivité électrique :

$$\sigma = \sqrt{\frac{8}{3\pi}}\frac{ke^2a}{mu} \text{ (Lorentz).} \quad (5')$$

Le changement, par rapport à la théorie primitive de Drude, est infime. Comme tout repose encore sur la relation (1), il s'ensuit :

1° Que u prend à nouveau la même valeur (117 km par sec pour l'argent à 27°); on trouve pour le libre parcours moyen :

$a = 3{,}72.10^{-}$[illegible] cm ;

2° Que l'objection relative à la chaleur spécifique (§ **2**) subsiste intégralement : la théorie de Lorentz, comme celle de Drude, se heurte à une *impossibilité expérimentale.*

4. **Idée de la statistique de Fermi.** — Cette dernière difficulté n'a pu être résolue que par l'application de la théorie des quanta.

1° En 1925, Uhlenbeck et Goudsmit proposèrent d'associer à l'électron un *moment magnétique,* de telle sorte que deux « électrons libres », animés d'une même vitesse *u,* peuvent être différents : l'un possédera un moment parallèle au champ magnétique extérieur (toujours présent), l'autre un moment antiparallèle.

2° L'année d'avant, W. Pauli énonça un *principe d'exclusion,* que nous nous bornerons à appliquer à la question qui nous occupe ici. Si nous considérons un cm³ de métal, parmi les k électrons libres qu'il renferme, il y en aura *deux* au plus qui posséderont une vitesse donnée u (l'un de ces électrons étant doué d'un moment magnétique parallèle, l'autre d'un moment antiparallèle).

Ceci posé, considérons un graphique à trois dimensions, d'origine O et dont les axes sont u_x, u_y, u_z ; c'est ce qu'on peut appeler une extension en vitesses. Un point P de ce graphique (tel que OP soit égal à $\sqrt{u_x^2 + u^2_y + u_z^2}$) correspondra à deux électrons animés d'une certaine vitesse. Traçons alors une sphère de rayon *u,* c'est-à-dire dont le volume soit :

$$\frac{4}{3}\pi u^3$$

et proposons-nous de répartir nos k électrons libres en leur faisant correspondre $\frac{k}{2}$ points à l'intérieur de la sphère. Fermi suppose que chacun de ces points est à l'intérieur d'un petit volume, dont la valeur est fixe et égale à $\left(\frac{h}{m}\right)^3$ en désignant par h le quantum d'action ou constante de Planck (6,55.10⁻²⁷C.G.S.).

Ecrivons tout simplement que la somme de ces $\frac{k}{2}$ « cellules » (de volumes identiques) est égale à la sphère totale :

$$\frac{k}{2}\frac{h^3}{m^3} = \frac{4}{3}\pi u^3,$$

d'où immédiatement :

$$u = \frac{h}{m}\sqrt[3]{\frac{3k}{8\pi}}. \qquad (1')$$

Telle est la formule qui remplace l'expression (1), sur laquelle étaient fondées les théories de Drude et de Lorentz. La vitesse des électrons, qui sont responsables de la conduction métallique, *ne dépend pas de la température :* cette remarque est à la base de la théorie de Sommerfeld.

Avant d'en énoncer les résultats, rappelons ce que devient la loi de distribution de Maxwell (6) dans la statistique de Fermi :

$$dk_0 = \frac{B}{\exp\left[\frac{\alpha + Nm(u_x^2 + u_y^2 + u_z^2)}{2RT}\right] + 1} du_x du_y du_z \quad (6');$$

la constante B s'obtient de la façon même par laquelle on calculait A, et l'on trouve :

$$B = \frac{2\pi m^3}{h^3}; \qquad (7')$$

mais, ce qui est plus important, c'est la présence de l'unité au dénominateur, et ce terme est prédominant dans les conditions habituelles, car la seconde constante α est négative et très grande en valeur absolue :

$$\alpha = -\frac{h^2 N}{2mRT}\left(\frac{3k}{8\pi}\right)^{2/3}. \qquad (9)$$

Les expressions obtenues diffèrent profondément de celles de la théorie classique (§ **3**) : cette dissemblance est liée à la *quantification* des vitesses des électrons libres, selon les conceptions de Fermi et de Pauli.

5. **Théorie de Sommerfeld.** — Si nous calculons, pour l'argent à 27° C., la vitesse moyenne d'agitation thermique des électrons donnée par (1'), nous trouvons :

$$u = 1.390 \text{ km par sec.}$$

Le calcul plus complet montrerait que u reste sensiblement invariable jusqu'à des températures de l'ordre de 10.000° abs., températures auxquelles l'argent serait non seulement fondu (1.233° abs), mais même volatilisé (2.200° abs.) !

Les difficultés soulevées par les chaleurs spécifiques tombent du même coup (§ **2**, 3°) : comme l'énergie interne due aux électrons $\frac{1}{2}Nmu^2$ ne dépend pas de la température, leur contribution :

$$\frac{d}{dT}\left(\frac{1}{2}Nmu^2\right)$$

à la chaleur spécifique totale est nulle (en première approximation), et la chaleur atomique doit être conforme à la loi de Dulong et Petit (5,96) ; nous avons vu que l'expérience donne, pour l'argent, 5,7 (petites calories).

Le calcul de la conductivité électrique σ a été calqué, par Sommerfeld, sur celui de Lorentz (§ **3**), en faisant intervenir le facteur (8) et en remplaçant, dans (3'), l'expression (6) par (6'). On parvient finalement à :

$$\sigma = \frac{ke^2 a}{mu} \text{ (Sommerfeld)}, \qquad (5'')$$

c'est-à-dire à un résultat très analogue aux expressions de Drude et de Lorentz, puisque ces trois valeurs ne se distinguent que par leurs facteurs numériques.

Naturellement la valeur du libre parcours moyen est quelque peu modifiée ; pour l'argent, on a :

$$a = 9{,}79.10^{-6} \text{ cm} ;$$

un électron, d'un seul bond, « saute », en moyenne, d'un atome au deux cent quatre-vingtième. Tout se passe comme si les électrons « ignoraient » la structure atomique du métal ; cette conception, d'apparence paradoxale, se laisse aisément interpréter par la mécanique ondulatoire.

C'est également la mécanique indulatoire qui permit à F. Bloch (1928) d'évaluer, par des calculs fort pénibles, la variation thermique de la conductivité électrique. En particulier, à la température ordinaire (température absolue T), l'expression est de la forme :

$$\sigma = \frac{16\pi^2 e^2 k D}{3C^2 h^3} \frac{\Theta^2}{T} \frac{1}{1 - \frac{1}{9}\left(\frac{\Theta}{T}\right)^2}, \qquad (10)$$

D est la masse spécifique du métal (10,48 g par cm^3 pour l'argent à 27° C.) ; C est une constante, liée à la structure du métal ($1{,}3.10^{-12}$ pour l'argent) ; Θ est une température particulière à chaque métal, bien connue sous le nom de *température de référence*, qui intervient également dans l'étude de la chaleur spécifique et des propriétés élastiques (pour l'argent, Θ = 220° abs.).

Quand on calcule (pour l'argent et à la température ordinaire) le coefficient de température de la conductivité électrique, on trouve d'après (10) :

$$\frac{d \operatorname{Log} \sigma}{dT} = -3{,}8.10^{-3},$$

alors que l'expérience directe donne $-4{,}1.10^{-3}$: l'accord est aussi satisfaisant que possible.

6. **Forces électromotrices thermoélectriques.** — La théorie de Sommerfeld conduit en outre à un calcul correct de la conductivité *thermique*, ainsi que des autres phénomènes auxquels nous avons fait allusion plus haut (§ **2**), sans parler de l'émission thermoélectronique. Nous nous contenterons, en terminant, de comparer les résultats obtenus par les théories de Lorentz et de Sommerfeld en ce qui concerne les f. é. m. thermoélectriques.

La chaîne la plus simple est constituée de la façon suivante (linéairement suivant l'axe des *x*) :

a) Un métal 1 (k_1 électrons libres par cm^3) à température uniforme T' ;

b) Une « soudure » à la température absolue T' ;

c) Un métal 2 (k_2 électrons libres par cm^3) où la température varie de T' à T'' ;

d) Une « soudure » à la température absolue T'' ;

e) Un métal 1 (le même qu'en *a*) où la température varie de T'' à T'.

Dans la théorie de Lorentz, un raisonnement simple donnait pour la f. é. m. :

$$\mathbf{E} = \frac{1}{e}\frac{R}{N}(\operatorname{Log} k_2 - \operatorname{Log} k_1)(T'' - T') ; \qquad (11)$$

cette expression prévoit *l'existence* d'une f. é. m., mais elle est sûrement inexacte, puisque **E** est en réalité une fonction quadratique de la différence (T'' — T') des températures.

Dans la théorie de Sommerfeld, une approximation même grossière conduit à des calculs assez compliqués, qui donnent comme résultat :

$$\mathbf{E} = \frac{m}{3eh^2}\left(\frac{R}{N}\right)^2\left(\frac{8\pi^4}{3}\right)^{2/3}\left(\frac{1}{k_2{}^{2/3}} - \frac{1}{k_1{}^{2/3}}\right)\left(T''^2 - T'^2\right), \qquad (11')$$

c'est-à-dire une loi de variation thermique qui coïncide *très exactement* avec l'expérience.

Cette dernière formule se simplifie quelque peu, en tenant compte de (1') c'est-à-dire en introduisant les vitesses *constantes* u_1 et u_2 des électrons dans les deux métaux en contact :

$$\mathbf{E} = \frac{\pi^2}{3em}\left(\frac{R}{N}\right)^2\left(\frac{1}{u_2{}^2} - \frac{1}{u_1{}^2}\right)\left(T''^2 - T'^2\right). \qquad (11'')$$

Sommerfeld (1928) a calculé la valeur théorique de **E** pour le couple argent-sodium ; malheureusement ce dernier métal est mal connu au point de vue thermoélectrique. Si l'on refait son calcul pour le couple argent-cuivre, il n'y a qu'à calculer, au moyen de (1'), la vitesse spontanée des électrons dans ce dernier métal, ce qui donne :

$$1.580 \text{ km par sec} ;$$

l'expression (11') conduit alors pour T'' — T' = 1° (à 0° C.) à 0 microvolt 26, alors que l'expérience (Bridgman) donne 0 microvolt 22 ; l'accord est excellent ; malheureusement il subsiste une incertitude, pour le cuivre, dans le nombre d' « électrons libres » par atome (on a admis, conformément à la classification périodique, que chaque atome de cuivre ne donnait qu'un électron).

La f. é. m. thermoélectrique est essentiellement due à ce que les électrons sont animés de deux vitesses différentes, mais il est impossible d'aller plus loin dans la représentabilité du mécanisme des phénomènes.

C'est d'ailleurs là un caractère de la nouvelle physique que cet abandon des images intuitives de l'atomistique et de l'électronique. En tous cas, il était intéressant d'esquisser la méthode par laquelle les physiciens traitent un phénomène familier et de donner un aperçu des résultats auxquels ils ont abouti.

Marcel Boll.

QUELQUES APPLICATIONS CHIMIQUES DE LA MÉCANIQUE ONDULATOIRE

1. **Introduction.** — Chacun sait que la théorie de l' « atome planétaire » (E. Rutherford, 1910) s'est incorporée dans la mécanique ondulatoire de L. de Broglie, E. Schrœdinger et P. Dirac. Ce sont d'autre part les couches superficielles de l'atome qui sont responsables de la conduction électrique (A. Sommerfeld, 1927)[1], de la cohésion (M. Born, 1919), des spectres optiques d'émission et d'absorption, ainsi que de la valence chimique (W. Kossel, 1916). La spectroscopie, qui, avec Schrœdinger, aboutit à une *arithmétisation* des phénomènes physiques, est donc destinée à faire bénéficier la chimie de l'appoint de son immense matériel expérimental[2].

2. **Définition d'un électron planétaire par quatre nombres quantiques.** — La détermination de la trajectoire d'un électron intratomique, malgré l'intérêt considérable qu'elle présenta transitoirement avec N. Bohr (1913) et A. Sommerfeld (1915), est devenue, depuis W. Heisenberg (1925), un *problème apparent*, dénué de toute signification physique.

Au contraire, un électron planétaire est complètement défini par quatre *nombres quantiques* (tous entiers, sauf le quatrième), dont les introductions successives sont dues à N. Bohr, à A. Sommerfeld et à A. Landé (1913-1921), sous une forme d'ailleurs assez différente de celle qui a prévalu par la suite[3].

1° Le premier n, appelé *nombre principal*, est directement lié à l'énergie E du niveau où se trouve l'électron considéré. Rappelons qu'un atome complexe, comme celui du radium, possède 88 électrons planétaires, répartis en sept couches (de l'intérieur vers l'extérieur) :

couche K (complète) :	2 électrons,
couche L (complète) :	8 électrons,
couche M (complète) :	18 électrons,
couche N (complète) :	32 électrons,
couche O (incomplète) :	18 électrons,
couche P (incomplète) :	8 électrons,
couche Q (incomplète) :	2 électrons.

Suivant qu'un électron appartient à une couche ou à une autre, il convient de lui attribuer (dans un atome *normal*) les nombres principaux qui suivent :

Couches	K	L	M	N	O	P	Q
$n =$	1	2	3	4	5	6	7

2° Le deuxième nombre quantique l est appelé *nombre secondaire* (c'est, à une unité près, l'ancien « nombre azimutal »)[4]. A chaque valeur de n correspondent n valeurs possibles pour l :

$$l = 0, 1, 2, 3, \ldots \ldots, (n - 1).$$

Le tableau suivant reproduit le nombre d'électrons, qui, dans un certain nombre d'atomes normaux (ni excités, ni ionisés), possèdent diverses valeurs de n et de l.

3° Le *nombre magnétique* m est susceptible de prendre $(2\,l + 1)$ valeurs différentes[5] :

$$m = -l, -l + 1, \ldots\ldots, -1, 0, 1, 2, \ldots\ldots, l.$$

L'existence de ces *trois* premiers nombres se conçoit facilement, puisqu'un mouvement de révolution est défini par *trois* coordonnées ou, comme on dit, possède *trois* degrés de liberté.

4° La signification du quatrième nombre quantique r a été précisée par G. E. Uhlenbeck et S. Goudsmit (1925) : il provient du *magnétisme propre* de l'électron et peut être interprété comme une rotation, comme un pivotement (en anglais : « spin ») de l'électron sur lui-même. Une relation simple entre le moment magnétique et l'impulsion rotatoire oblige à conférer — paradoxalement — à r la valeur fractionnaire (1 : 2), d'où deux possibilités :

$$r = -0{,}5 \text{ ou } +0{,}5.$$

En 1926, W. Pauli énonça un *principe d'exclusion*, qui n'a jamais été infirmé et suivant lequel, « dans un atome, jamais deux électrons ne peuvent avoir leurs quatre nombres quantiques (n, l, m, r) égaux en même temps ». On appelle *électrons équivalents* les électrons qui, dans un même atome, ont à la fois même n et même l.

Comme, pour un même l, il y a $(2\,l + 1)$ élec-

1. On se reportera sur ce point à notre récent article publié dans la *Revue générale des Sciences* (juin 1931).
2. En ce qui concerne la spectroscopie, on trouvera des renseignements complémentaires dans les deux petits ouvrages d'Arthur HAAS, récemment traduits en français (Gauthier-Villars).
3. Les trois premiers nombres quantiques figurent dans les fonctions propres (p. 204) de l'équation de Schrœdinger, relative à l'atome d'hydrogène (« Les niveaux d'énergie dans la mécanique ondulatoire », *Revue générale des Sciences*, 15 avril 1931).
4. Le nombre l détermine l'impulsion rotatoire (ou moment angulaire, ou moment de quantité de mouvement) de l'électron dans son mouvement de révolution autour du noyau.
5. Le nombre m détermine la projection de l'impulsion rotatoire sur la direction du champ magnétique extérieur.

Structure électronique des atomes

(F. HUND, 1925, et J. C. MAC LENNAN, 1926.)

$n =$	1	2		3			4				5			6		7
$l =$	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	0	1	0
1. H	1															
2. He	2															
8. O	2	2	4													
9. F	2	2	5													
10. Ne	2	2	6													
16. S	2	2	6	2	4											
17. Cl	2	2	6	2	5											
18. A	2	2	6	2	6											
26. Fe	2	2	6	2	6	6	2									
27. Co	2	2	6	2	6	7	2									
28. Ni	2	2	6	2	6	8	2									
36. Kr	2	2	6	2	6	10	2	6								
46. Pd	2	2	6	2	6	10	2	6	10							
47. Ag	2	2	6	2	6	10	2	6	10		1					
54. Xe	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6				
86. Rn	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6	
88. Ra	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6	2

trons qui ont même r; comme, d'autre part, r peut prendre deux valeurs différentes, les électrons équivalents ont un effectif maximum égal à :

$$2(2l + 1) = 4l + 2.$$

Considérons alors une couche dont le nombre principal est n :

A $l = 0$ correspondent au plus		2 électrons	
$l = 1$	—	6	—
$l = 2$	—	10	—
$l = 3$	—	14	—
....		....	
$l = n$	—	$2(2n + 1)$	— ;

soit en tout :

$$2[1 + 3 + 5 + \ldots\ldots + (n + 1)] = 2n^2 :$$

une couche de nombre principal n comprend au maximum $2n^2$ électrons. On retrouve ainsi les nombres :

$$(4l + 2) = 2, 6, 10, 14, \ldots\ldots$$

qui figurent dans le précédent tableau; les nombres :

$$(2n^2) = 2, 8, 18, 32, \ldots\ldots$$

qui déterminent l'effectif des couches successives et, par suite, la longueur des périodes de la classification des éléments.

3. **Définition d'un atome par trois nombres entiers.** — Les deux premiers de ces nombres sont bien connus; le troisième résulte du principe de Pauli, auquel nous venons de faire allusion.

1° Le premier n'est autre que le *nombre atomique* Z; il représente à la fois (van den Broek, 1913) :

a) Le numéro d'ordre de l'élément dans la classification périodique;

b) Le nombre d'électrons planétaires de l'atome dans l'état neutre (non ionisé);

c) Le nombre de charges positives (résultantes) du noyau; la charge du noyau est $(+ Z e)$, où :

$$e = 4{,}774.10^{-10} \text{ C.G.S.E.S.}$$

2° Le second nombre caractéristique est le nombre A des protons dans le noyau : étant donné que la masse d'un électron est une faible fraction (1 : 1847) de la masse d'un proton, ce nombre A n'est autre chose que la masse atomique ou, mieux[6], la *masse isotopique* de l'atome considéré.

3° Le troisième nombre S fut proposé par F. London (1927), en s'appuyant sur la notion d'*électrons concordants*. Il y a, entre ceux-ci, une parenté encore plus étroite qu'entre les « électrons équivalents », considérés plus haut : les électrons concordants ont non seulement même n et même l, mais aussi même m; deux électrons concordants diffèrent ainsi par leur valeur de r. Il y a donc, dans un atome, *au plus* deux électrons concordants d'un type donné[7], ce qui conduit à distinguer :

a) Des électrons *solitaires;*

b) Des électrons *appariés* (même n, même l, même m et, pour l'un, $r = -0{,}5$, pour l'autre, $r = +0{,}5$).

Le nombre S des électrons solitaires a été appliqué par London à l'interprétation de la valence

6. La plupart des éléments, en effet, se présentent à nous comme un *mélange* d'atomes de même nombre atomique Z. En outre, il y aurait lieu de tenir compte de la correction (toujours extrêmement faible) qui provient de l'inertie de l'énergie.

7. On connaît (pour les électrons concordants) des solos et des duos, mais jamais de trio, ni de quatuor, etc.

chimique, qui est mesurée par le *nombre d'appariements* d'électrons concordants solitaires, appartenant initialement à deux atomes différents.

4. **Valence du fluor; valences du chlore.** — Nous allons tout d'abord rappeler les déductions de London relatives aux halogènes.

1° Le fluor ($Z = 9$, $A = 19$) possède deux couches d'électrons :

la couche K (avec deux électrons), où $n = 1$,
la couche L (avec sept électrons), où $n = 2$.

Nous avons vu qu'en conformité avec le principe de Pauli, une couche de nombre principal 2 comprend au maximum huit électrons ainsi définis :

$n = 2$	$l = 0$	$m = 0$	$r = -0{,}5$
2	0	0	$+0{,}5$
2	1	-1	$-0{,}5$
2	1	-1	$+0{,}5$
2	1	0	$-0{,}5$
2	1	0	$+0{,}5$
2	1	$+1$	$-0{,}5$
2	1	$+1$	$+0{,}5$;

si, parmi ces huit électrons, on en choisit sept pour bâtir la couche L du fluor, il ne peut jamais y avoir qu'*un seul* électron non apparié :

$$S = 1,$$

le fluor, élément électronégatif, est toujours univalent.

2° Passons maintenant au cas du chlore ($Z = 17$, $A = 35$ ou 37) avec ses trois couches :

K (avec deux électrons), où $n = 1$,
L (avec huit électrons), où $n = 2$,
M (avec sept électrons), où $n = 3$.

D'après le principe de Pauli, une couche de nombre principal 3 comprend au maximum dix-huit électrons, qu'il serait facile d'énumérer :

$$n = 3; \quad l = 0, 1, 2; \quad m = -l, \ldots, l; \quad r = \mp 0{,}5.$$

Pour bâtir la couche M du chlore, le choix sera incomparablement plus varié que dans l'exemple précédent. On pourra prendre :

a) Sept électrons solitaires;

b) Ou bien cinq électrons solitaires et deux électrons appariés;

c) Ou encore trois solitaires et quatre appariés;

d) Ou enfin un solitaire et six appariés.

D'où, respectivement, quatre valeurs :

$$S = 7, 5, 3, 1;$$

le chlore, comme on sait, peut avoir les valences 7, 5, 3 et 1 (toutes de même parité).

3° Il en est de même pour le brome ($Z = 35$) et pour l'iode ($Z = 53$).

4° Des considérations analogues s'appliquent :

a) A l'oxygène ($Z = 8$, $A = 16$, 17 ou 18);

b) Au soufre ($Z = 16$, $A = 32$ ou 33).

Le cas de l'oxygène rappelle celui du fluor :

$$S = 2 \text{ (uniquement)};$$

celui du soufre se traiterait exactement comme celui du chlore :

$$S = 6, 4, 2 \text{ (même parité)}.$$

Toutes ces déductions, purement arithmétiques, sont en parfait accord avec les résultats expérimentaux de la chimie. Elles relient par ailleurs très étroitement la valence chimique à la multiplicité des raies spectrales, c'est-à-dire au nombre de composantes fines dont chaque lumière émise est formée [8].

5. **Calculs d'affinité.** — On connaît sans doute les conceptions de W. Kossel (1916), qui rénova les vieilles idées de Berzélius (1812) en posant une distinction précise entre les liaisons hétéropolaires (Cl — H) et homopolaires (H — H), suivant qu'il s'agit de rapprochement d'ions ou d'atomes (neutres).

1° Tandis que, pour Kossel, les liaisons hétéropolaires consistent en un échange d'électrons entre atomes, W. Heitler et F. London (1927) eurent l'heureuse idée de voir, dans les liaisons homopolaires, un phénomène de battements (de résonance) entre deux atomes. Le peu que nous avons rappelé sur l'équation d'un seul atome uniélectronique [9] laisse pressentir l'effroyable complication des calculs, qui ne peuvent être poursuivis que par approximations successives.

On trouve, pour l'hydrogène, que la distance entre les deux protons de la molécule est environ une fois et demie le rayon de l'atome (non excité) de Bohr, car, à cette distance, l'énergie potentielle passe par un minimum, qui n'est autre chose que la chaleur de dissociation de la molécule d'hydrogène :

$$H_2 \rightarrow 2H;$$

le calcul donne 80.000 calories, tandis que les valeurs expérimentales sont légèrement plus élevées, se situant autour de 100.000 calories; l'accord est satisfaisant, quand on songe aux difficultés considérables que soulève tout calcul d'approximation en mécanique ondulatoire.

Le même calcul, repris pour l'hélium, aboutit à une répulsion des deux atomes à toute distance : ainsi, la mécanique ondulatoire rend compte de l'inertie chimique de ce gaz rare.

2° Rappelons incidemment — car cette découverte a été plusieurs fois exposée — que la conception d'Uhlenbeck et Goudsmit a été étendue au proton et qu'elle a conduit à la prévision

8. Cette remarque est particulièrement féconde pour les éléments de la cinquième colonne ($Z = 7$, 13, 23, 41, ..), pour le cuivre et l'or ($S = 2$ et 1) qui ont deux spectres d'émission, pour l'argent ($S = 1$) qui n'en a qu'un...

9. *Revue générale des Sciences*, 15 avril 1931, p. 204.

— ultérieurement confirmée — de deux hydrogènes (D. M. Dennison, 1927), où les moments magnétiques des deux protons sont soit parallèles ($r_1 = r_2$), soit antiparallèles ($r_1 = -0{,}5$; $r_2 = +0{,}5$). Le second hydrogène était resté pendant près d'un siècle et demi inaperçu des chimistes, pour cette simple raison que ceux-ci n'ont jamais songé à le chercher...

3° Un autre accord entre la spectroscopie et la thermochimie, indiqué par M. Born (1919) et développé par J. Frank (1926), résulte des calculs de H. Kuhn (1926) sur la chaleur de dissociation des molécules d'halogènes :

	Chlore	Brome	Iode
Obs......	57.000	46 200	34.500
Cal C.....	56.500	45.200	35.200

La coïncidence est presque parfaite.

6. **Autres problèmes amorcés.** — 1° La structure des atomes complexes, comme le manganèse (Z = 25), le palladium (Z = 46) ou le platine (Z = 78), rend assez exactement compte de deux de leurs propriétés : la multiplicité de leurs valences et la couleur de certains de leurs composés (cette coloration est attribuée, non à leurs électrons périphériques, mais à des électrons internes faiblement couplés).

2° Les idées de London expliquent l'existence des *radicaux chimiques :* cette éventualité se présente quand le rapprochement de deux atomes laisse subsister un ou plusieurs électrons solitaires. La théorie suggère, de plus, des analogies insoupçonnées. Ainsi, le radical cyanogène CN aura ses treize électrons répartis en deux couches K, une couche L (complète; à huit électrons) et une couche M à un électron : il possède donc la structure périphérique des métaux alcalins (Na, dans l'espèce), dont il a la valence et certaines caractéristiques spectrales. De même, le radical carbonyle CO (avec ses quatorze électrons) s'apparente aux alcalinoterreux (Mg, dans l'espèce).

3° Sans vouloir insister ici sur les éclaircissements que la mécanique ondulatoire a déjà apportés au mécanisme de la radioactivité, il convient de signaler que c'est par ce biais qu'on peut atteindre la structure et la genèse des noyaux atomiques. Par exemple — et c'est là un problème *chimique* —, il sera intéressant de déterminer pourquoi les éléments où le nombre d'électrons nucléaires est pair :

$$A - Z = 2p \quad (p \text{ entier})$$

constituent les 97 centièmes de l'Univers accessible (W. D. Harkins, 1920) ou encore pourquoi on rencontre tant de noyaux (89 % de l'écorce terrestre), dont la masse soit un multiple de 4 :

$$A = 4k \quad (k \text{ entier}),$$

c'est-à-dire qui résultent de la juxtaposition de particules α (hélions) sans protons libres.

7. **L'orientation de la chimie théorique.** — Pour reprendre les termes de P. Langevin, « la mécanique ondulatoire est véritablement une mécanique plus complète, plus rigoureuse que l'ancienne; elle est, à celle-ci, ce que l'optique ondulatoire, l'optique de Fresnel, est à l'optique géométrique »; les deux mécaniques coïncident pour les ingénieurs-constructeurs, qui manipulent des masses de matériaux, où le rôle du quantum d'action est entièrement masqué. Mais la mécanique ondulatoire régit les électrons, plus spécialement les électrons liés aux atomes et, par suite, les relations individuelles entre atomes différents : d'ores et déjà, la vieille « chimie géométrique » risque d'être supplantée par une « chimie ondulatoire ». Plaignons les chimistes de demain : il y a seulement trente ans, on pouvait être un physicien distingué en possédant les éléments du calcul infinitésimal ou un brillant chimiste avec les rudiments d'arithmétique qui s'apprennent à l'école primaire... Le chimiste de demain devra faire table rase de son expérience quotidienne des objets usuels, car elle risquera de le fourvoyer quand il s'avisera de transplanter les évidences empiriques dans l'étude des réactions.

Ces premières intrusions de la nouvelle mécanique ont suscité quelques railleries chez les chimistes de laboratoire, qui accusent la physique de ne leur fournir que « la prévision du passé ». Outre que l'isolement des deux hydrogènes échappe à cette critique, — à moins qu'on n'objecte que cette question n'offre « aucun intérêt chimique » ! — il est vraiment commode de reprocher à une science âgée de six ans de ne pas nous avoir encore enseigné la synthèse totale du saccharose ou de l'ovalbumine...

En fait, ce qu'on ne saurait sous-estimer, c'est la vision synthétique que la mécanique ondulatoire nous apporte dans toutes les branches des sciences physiques. La définition de la valence à partir des idées de Pauli et d'Uhlenbeck et Goudsmit, le calcul de l'affinité sans mesure chimique sont des résultats encourageants. Ces travaux théoriques conduiront à la solution de bien des énigmes chimiques et aussi à la prévision de faits nouveaux : la puissance et la précision des méthodes employées autorisent fermement cet espoir.

Marcel Boll.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Faye (H.). — **Cours d'Astronomie de l'Ecole Polytechnique.** Revu par M. le général BOURGEOIS. Tome II. — 1 *vol. in-8° raisin de* 530 *p., avec* 102 *fig. et* 8 *pl., Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1931 (*Prix, broché :* 100 *francs*).

La première édition de ce cours a paru en 1882 et est devenue introuvable. Une deuxième édition s'imposait donc et nécessitait aussi une importante mise à jour. On a pu en voir l'ampleur dans les deux fascicules du tome I, édités en 1926 et 1928, et dont il a déjà été rendu compte à cette même place.

Le présent volume est consacré à la théorie du soleil, à celle des planètes, à la précession, l'aberration, les parallaxes, la théorie de la lune et à l'astronomie physique.

Comme précédemment, l'auteur a suivi, autant que possible, l'œuvre primitive de H. Faye et quelques chapitres ont été presque entièrement conservés. Il en est ainsi pour une grande partie de l'Astronomie des Anciens, de l'étude du Mouvement du Soleil par les modernes, de l'interprétation mécanique des lois de Képler, de la détermination des parallaxes et enfin de la théorie de la lune.

Mais le général Bourgeois a cru devoir en revanche modifier les chapitres relatifs à la découverte des lois fondamentales de Képler en exposant la marche suivie par cet astronome.

Certaines questions sont aussi plus développées ici qu'elles l'ont été dans le cours oral. Ainsi le calcul des orbites des planètes et des comètes nouvelles a été maintenu quoique disparu des programmes. On a donné, comme l'avait fait Faye, la méthode de Laplace et celle d'Olbers pour les orbites paraboliques, avec un exemple numérique.

Les questions relatives aux perturbations sont traitées sommairement mais avec assez de détails pour les faire bien sentir.

C'est surtout l'Astronomie physique faisant l'objet du livre IX qui a reçu le plus long développement justifié par les progrès qu'elle a réalisés, depuis quelque temps, et que le bel ouvrage de M. Bosler a si remarquablement exposés. A la fin du volume sont conservés les tableaux du système solaire de Faye ainsi que le catalogue des comètes observées jusqu'à ce jour. Les tables numériques nécessaires au calcul des orbites que l'on trouverait difficilement réunies ailleurs sont également données.

M. le général Bourgeois a su conserver dans cette nouvelle édition, profondément remaniée, l'exposition si claire et si attachante de Faye, et les ingénieurs, les officiers, les explorateurs qui auront à appliquer ce qu'ils auront appris à l'Ecole y trouveront un traité complet en même temps qu'une précieuse base de départ pour ceux d'entre eux qui voudraient ultérieurement pousser plus loin leurs connaissances en Astronomie.

Le soin apporté par la Librairie Gauthier-Villars à ses publications, nous dispense de signaler la forme parfaite sous laquelle ce cours d'Astronomie est offert au public.

L. POTIN.

***

W. M. Smart. — Spherical astronomy. — 1 *vol. in-8° relié, de* 414 *p. et* 146 *fig. Cambridge, University Press,* 1931 (*Prix :* 21 *sh.*).

Les principaux sujets traités sont les suivants : trigonométrie sphérique, sphère céleste, réfraction, le cercle méridien, mouvements planétaires, temps sidéral et calendriers, phénomènes planétaires et coordonnées héliocentriques, aberration, parallaxe, précession et nutation, mouvements propres des étoiles, la photographie en astronomie, détermination de la position en mer, orbites des étoiles binaires, occultations et éclipses.

Ce volume est destiné aux étudiants qui ont fait des études à peu près équivalentes à celles de notre baccalauréat. C'est ce que nous appelons en France la cosmographie, mais en beaucoup plus étendu, beaucoup plus détaillé.

Il reproduit les leçons faites chaque année à l'université et à l'observatoire de Cambridge, en Angleterre, par l'auteur. On nous permettra de préciser qu'il s'agit de l'université anglaise et non pas de l'université américaine. C'est un ouvrage qui pousse le souci de l'enseignement jusqu'à indiquer de très nombreux problèmes, d'ordre pratique, aux étudiants.

Nous signalerons le soin extrême de sa rédaction, sa clarté parfaite, le souci très apparent de donner des figures très claires.

M. Smart nous prévient que de récents changements dans les almanachs ont modifié d'importantes données et qu'il en tient compte dans sa rédaction.

Signalons tout particulièrement ce qui concerne les méthodes modernes d'investigation et les sujets récents d'études : discussion des coordonnées héliocentriques, mouvements propres, usage de la photographie dans les mesures de précision et dans l'étude des systèmes d'étoiles doubles.

On trouve en appendices les constantes astronomiques, d'après les plus récentes mesures, les dimensions du soleil, de la lune et des étoiles, les éléments des orbites planétaires pour janvier 1931, y compris le peu que l'on sait encore de la planète Pluton [nombres très provisoires : demi-grand axe de l'orbite 39,597; excentricité 0,2537; durée de la révolution sidérale 249 ans 17; mouvement sidéral moyen diurne 14"24; inclinaison de l'orbite 17°9'; longitudes moyennes : du nœud ascendant 109°22',

du périhélie 222°31']. Nous avons pensé que ces données intéresseraient les lecteurs de la Revue.

Un dernier appendice concerne tous les satellites des planètes. Les dimensions, diamètres 12 et 10 km. (nombres donnés par Antionadi dans son ouvrage « La planète Mars »), de Phobos et Déimos n'y sont pas indiquées; sans doute l'auteur juge-t-il ces chiffres peu certains.

Signalons le très riche Index final, qui donne la plus grande facilité aux recherches dans le volume.

R. DE MONTESSUS DE BALLORE,
Docteur ès Sciences.

***

Muiz (Th.). — **Contribution to the history of determinants.** — Tome V, 1900-1920. — 1 *vol. in-8° relié de* XXIII-408 *p. Blackie and son, London*, 1930, (*Prix* : 30 *sh.*).

La théorie des déterminants est restée à peu près ce qu'elle fut dès son début, vers le second tiers du siècle dernier. C'est un instrument de calcul de haute valeur, mais les efforts faits pour en augmenter la portée, même pour l'étude des déterminants d'ordres supérieurs, où s'est révélé M. Lecat, sont restés vains.

Il est vraisemblable malgré cela, qu'un jour la barrière opposée aux recherches tombera et l'auteur de ce livre y contribuera dans une large mesure. Il a eu en effet la patience de classer les déterminants rencontrés par un très grand nombre de mathématiciens — près de 500 mathématiciens sont cités dans les cinq volumes — et d'étudier rapidement les particularités de chaque classe. C'est un travail gigantesque, c'est un monument d'une valeur considérable, que l'auteur a élevé. Rappelons que les premiers volumes ont paru en 1906, 1911, 1920, 1923.

Une particularité curieuse, mise en relief par la liste des ouvrages sur les déterminants publiés de 1900 à 1920, est que pas un seul de ces ouvrages n'est français; leur nombre atteint cependant une trentaine. Ils sont en majeure partie anglais et allemands, quelques-uns sont italiens. Tous ces ouvrages sont analysés avec soin, et la valeur intrinsèque de chacun est ainsi mise en lumière, ainsi que leurs caractéristiques. Il se trouve en effet que chaque auteur a ses préférences et développe plus ou moins les sujets qu'il affectionne. Il en résulte qu'il n'existe pas de traité développant uniformément et didactiquement la théorie des déterminants. Un tel travail ferait honneur à un jeune mathématicien. Il en trouverait les éléments dans l'encyclopédie de Th. Muiz.

B. M.

***

Loria (G.). — **Il passato e il presente delle principali teorie geometriche**, *quatrième édition, entièrement refondue.* — 1 *vol. relié*, 18 × 25 *cm. de* 467 p. *Antonio Milani à Padoue*, 1931. (*Prix* : 60 *lire*).

G. Loria est un savant géomètre, un savant historien aussi, *Nil a me alieno*, peut-on dire de lui, dans sa propre langue.

Pour donner une idée de la documentation de ce volume, précisons que la table des auteurs cités contient environ 1.500 noms, depuis ceux qui sont cités une seule fois, jusqu'à ceux qui le sont une centaine de fois. Parmi les premiers, je demande à l'auteur de changer, dans une édition future, Lovisant en Laisant : ce n'est pas une critique. Il est inévitable que dans un travail de ce genre, quelques fautes d'impression se glissent, tous les auteurs le savent.

Voici l'énumération des chapitres du volume : origines et développement de la géométrie, de l'antiquité au milieu du XIXe siècle; la théorie des courbes planes algébriques; la théorie des surfaces algébriques; les courbes gauches algébriques; la géométrie différentielle; recherches concernant la forme des courbes, des surfaces et des autres figures géométriques; analysis situs; configurations, ou développements de la géométrie de position; géométrie de la droite dans l'espace; correspondances, représentations, transformations; géométrie énumérative; géométries non euclidiennes; géométrie des espaces à plus de trois dimensions; questions diverses. Jusqu'ici, les sujets traités concernent l'ère antérieure au XXe siècle.

Pour l'époque contemporaine : théorie des courbes planes algébriques; théorie des surfaces algébriques; courbes gauches algébriques; géométrie différentielle; forme des courbes des surfaces, d'autres figures géométriques, analysis situs, configurations; géométrie de la droite dans l'espace; correspondances, représentations, transformations; géométrie énumérative; géométries non euclidiennes; géométrie des espaces à plus de trois dimensions; autres recherches et conclusions.

Nous avons cité *à dessein* les titres de tous les chapitres, au nombre de quinze, parce que chacun d'eux non seulement résume le sujet en un langage clair et accessible, mais parce que les innombrables références bibliographiques, qui atteignent un nombre voisin de trois mille pour l'ouvrage entier, peuvent servir de base sûre à qui veut étudier à fond une question particulière en remontant aux sources.

Cet ouvrage fait incontestablement le plus grand honneur au savant professeur de l'Université de Gênes.

R. DE MONTESSUS DE BALLORE,
Docteur ès Sciences.

2° Sciences physiques.

Galbrun (H.). — **Propagation d'une Onde sonore dans l'atmosphère et Théorie des Zones de silence.** — 1 *vol. in-8° de* 352 *pages, avec* 62 *figures. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris* (*Prix, broché* : 70 *francs*).

M. Esclangon dans son travail « L'acoustique des canons et des projectiles » a déterminé le caractère distinguant l'onde de bouche de l'onde balistique et l'a trouvé dans les différences présentées par la varia-

tion de pression qu'éprouve l'atmosphère à leur passage. Il y expose également une théorie de la propagation des ondes sonores dans l'atmosphère en tenant compte des effets du vent et des variations de température avec l'altitude.

C'est cette dernière théorie que reprend à son tour M. Galbrun dans les chapitres I à IX et qu'il développe à l'aide d'une méthode différente de celle de M. Esclangon.

M. Esclangon considère la surface de front S à l'instant t; il en déduit la surface S_1 sur laquelle, par suite du mouvement propre du milieu sont situés, à l'instant $t + dt$, les points matériels qui à l'instant t étaient sur la surface S; il définit alors la surface de front d'onde S' à l'instant $t + \Delta t$ comme l'enveloppe des sphères dont les centres sont les points de S_1, et dont le rayon est égal à cdt, c désignant la vitesse propre de propagation du son au centre considéré sur la surface S_1. C'est là une application du principe d'Huygens.

Mais cette forme du principe d'Huygens n'est nullement évidente *a priori*. Exprimant certaines propriétés des équations aux dérivées partielles régissant le mouvement vibratoire du fluide elle doit être justifiée à partir de ces équations. C'est à quoi l'on parvient en considérant la surface de front d'onde comme le siège d'une discontinuité dans le mouvement du fluide.

Les conséquences de cette définition qui a été imaginée par Hugoniot, ont été développées par M. Hadamard dans ses Leçons sur la propagation des ondes. En appliquant les méthodes générales exposées dans ce traité au cas d'un fluide dont l'état varie avec l'altitude, on retrouve les équations différentielles des rayons sonores telles que les a obtenues M. Esclangon. Ces rayons se présentent alors comme les caractéristiques de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre, à laquelle satisfait la surface de front d'onde et il devient possible de former l'équation différentielle dont dépend la variation éprouvée le long de chacun d'eux, par la grandeur de la discontinuité au cours de la propagation de celle-ci. Résultat que l'on ne saurait atteindre par l'application du principe d'Huygens.

En raison de la variation de la vitesse de propagation de l'onde, les rayons se courbent; ils constituent une congruence dont la surface focale peut présenter des nappes réelles; celles-ci sont engendrées par les arêtes de rebroussement suivant lesquelles se raccordent diverses nappes de la surface d'onde.

Les chapitres suivants de la deuxième partie du volume, réunis sous le titre de « Théorie des zones de silence », sont consacrés à l'étude du front de l'onde produite par une source sonore située à la surface du sol et que l'on suppose réduite à un point. Dans ce cas il devient possible de caractériser les états de l'atmosphère pour lesquels la surface focale de la congruence des rayons possède au-dessus du plan horizontal de la source, des nappes réelles et de déterminer la forme générale de celles-ci. D'après M. Esclangon, qui n'a d'ailleurs fait qu'effleurer ce sujet, ces nappes limiteraient certaines régions de l'espace qui ne pourraient être atteintes par la surface d'onde et entraîneraient ainsi l'existence de zones dites « de silence ». M. Galbrun montre qu'il n'en est rien. Comme il vient d'être indiqué, l'onde se replie sur elle-même suivant une arête de rebroussement qui engendre la surface focale elle-même : les régions limitées par cette dernière sont donc celles où se propagent non plus une seule nappe du front d'onde, mais plusieurs qui se succèdent dans l'espace; quant aux zones de silence proprement dites, elles n'ont d'autres causes que les déchirures de la surface d'onde dues à l'existence du sol au voisinage de la source sonore.

En résumé, le lecteur trouvera ici une théorie du phénomène de réfraction continue, qui, dans une atmosphère dont l'état varie avec l'altitude, infléchit le rayon sonore. Par contre, il n'est rien dit du phénomène de réflexion qui se produit au point de rencontre du rayon avec toute surface le long de laquelle l'état de l'atmosphère présente avant le passage de l'onde une variation brusque; telle peut être, par exemple, la surface limite d'un nuage. D'ailleurs pour analyser ce phénomène de réflexion, il semble bien qu'il serait intéressant de considérer comme ayant une certaine épaisseur, tant la surface de discontinuité qui se propage que celle suivant laquelle varie l'état de l'atmosphère.

Plutôt que d'aborder ce nouveau sujet, l'auteur a cru préférable de se borner au phénomène de réfraction continue, en prenant soin d'exposer tout calcul dans son détail et même de remonter souvent aux principes, afin que le lecteur n'éprouve aucune difficulté à suivre les démonstrations.

L. Potin.

*
**

Guillet (L.). — **Trempe. Recuit. Revenu.** Tome III. **Résultats.** — 1 *vol. in*-8° *de* 490 *p.*, 277 *figures et* 105 *planches hors texte. Dunod, éditeur, Paris,* 1930.

M. Guillet dont le nom fait autorité et dont les recherches sur les aciers et alliages ont fait faire à la métallurgie de si grands progrès, achève par ce troisième volume le travail énorme et capital qu'il avait entrepris sur le traitement thermique des aciers. Dans un premier volume il nous avait donné la théorie de ces traitements et dans un deuxième il nous en avait enseigné la pratique.

Ici il nous fait part des résultats que donnent ces mêmes traitements.

Certes, s'il n'est plus à convaincre un seul métallurgiste de l'intérêt des nouvelles techniques de la trempe, du recuit et du revenu, il n'est tout de même pas mauvais qu'il leur soit présenté un tableau de ce que l'on en obtient. Cela est d'autant plus nécessaire que l'on attribue souvent à ces opérations des pouvoirs qu'elles n'ont pas ou des résultats qu'elles ne donnent pas.

D'autres propriétés qui en sont la conséquence sont, en revanche, souvent dénaturées.

Le lecteur trouvera ici une description précise des conséquences qu'entraînent dans la constitution et les propriétés des aciers, les traitements auxquels on les a soumis. Un grand nombre de données numériques, se trouvent réunies dans ce volume et qu'il serait vain ou difficile de rechercher dans les innombrables périodiques qui se sont intéressés à la question.

Il s'agit essentiellement d'un ouvrage de documentation qui complète bien les deux précédents, où par conséquent, non seulement le laboratoire métallurgique se renseignera mais où aussi le mécanicien qui a à employer les aciers trouvera les indications nécessaires pour pouvoir en faire un choix judicieux.

Il n'est possible, devant l'abondance des résultats que contient le volume, que de donner les titres des chapitres. Cela suffira amplement pour fixer les lecteurs intéressés qui connaissent bien, par ailleurs, l'auteur et sa façon heureuse d'exposer ces sujets qui lui sont si familiers. Le chapitre I concerne donc les traitements thermiques des aciers ordinaires, le chapitre II ceux des fontes, le chapitre III ceux des aciers spéciaux, le chapitre IV ceux des fontes spéciales. Les chapitres suivants sont relatifs respectivement à l'aluminium et ses alliages, au nickel et ses alliages, enfin aux autres métaux et alliages.

Au total, l'œuvre de M. Guillet est une œuvre qu'aucune bibliothèque métallurgique ne peut se dispenser de posséder et qui trouve aussi bien sa place dans celle de tous ceux qui utilisent les aciers et doivent connaître ce que l'on peut leur demander.

L. P.

3° Sciences naturelles.

Roule (Louis), *Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.* — **Les Poissons et le Monde vivant des eaux.** *Etudes ichthyologiques et philosophiques. T. IV,* **Les Œufs et les Nids.** — *1 vol. in-8° de 335 pages, 16 planches en trichromie, d'après les originaux de* F. Angel, *et 72 dessins dans le texte (Prix : 42 francs). Librairie Delagrave, 15, rue Soufflot, Paris,* 1931.

Ce bel ouvrage présente un grand intérêt scientifique et philosophique qui résulte de la diversité, et souvent de l'étrange diversité des actions qui président à la génération des poissons. Sa lecture facile, agréable et attrayante, est très instructive, et porte à de sérieuses réflexions. De nombreux faits, rigoureusement observés par son savant auteur, montrent, en effet, que des réflexes physiologiques, liés entre eux, paraissent remplacer, bien souvent, les sentiments psychiques dans la vie et les périodes de reproduction des poissons.

Les 3 premiers chapitres, des 19 de l'ouvrage, contiennent des considérations générales sur les œufs des poissons, les œufs flottants, et la grande puissance prolifique des poissons, corrigée dans la nature, par l'incapacité de vivre d'un grand nombre d'œufs et d'alevins, leur massacre par divers poissons et le cannibalisme des parents. Le résultat final est la conservation d'un peuplement moyen.

Le 4e chapitre : *Les Amours des lamproies*, nous fait assister à un drame terrible, le déchirement des femelles par les mâles dans les spasmes de la fraie, au moment de la fécondation des œufs. Elles meurent peu de temps après.

Dans le 5e chapitre : *Les noces des aloses*, ce sont les femelles, à l'inverse des lamproies, qui attirent les mâles, sans doute par une émanation sapide dégagée des œufs. La mère pondeuse, après les avoir rejetés, aplaties et efflanquées, et n'ayant plus leur raison d'être, sont emportées par le fleuve et meurent un peu plus loin, servant de proie aux maraudeurs, tandis que beaucoup de mâles, bien que plus résistants, mais épuisés, finissent par mourir à leur tour.

Ces deux chapitres, sur les lamproies et les aloses, pleins de curieux détails sur leur genre de vie et leurs migrations, et où le charme des descriptions se joint souvent au tragique, font bien ressortir le talent d'écrivain de l'auteur.

Les neuf chapitres suivants, non moins intéressants, se rapportent aux différentes façons dont certaines espèces de poissons établissent leurs nids; ils comprennent : les *œufs suspendus*, *l'étang de pose*, les *cordons nidamentaires*, les *pontes gardées*, les *nids des Epinoches*, les *nids de feuillages*, les *nids de bulles* (où l'on voit le superbe poisson le *combattant* mâle, construire son nid bulle par bulle, y placer les œufs qu'il a fécondés, puis les surveiller jusqu'à l'éclosion), *la Rouvière et la Moule d'étang* (curieuse entr'aide pour faciliter la naissance de leur progéniture), enfin les *nids d'organes*. (Ici les poissons se servent de leurs propres organes pour abriter leurs œufs; il y a même des poissons à incubation buccale.)

Parmi beaucoup d'autres observations, l'auteur fait remarquer, dans ces chapitres, que pendant la période préparatoire de reproduction, l'amplitude rapide et exagérée des glandes de la génération produit un déséquilibre dans l'état des autres organes et de leur fonction, il en résulte une anorexie générale qui se prolonge encore quelque temps après la ponte, pendant lequel on voit souvent le père surveiller et protéger les œufs qu'il a fécondés; mais si leur éclosion est retardée, par suite des intempéries de la saison, son tube digestif se rétablit, peu à peu, et ce père retourne à ses impulsions de bête gloutonne, et dévore sa progéniture. Il n'obéit, en somme qu'à des réflexes d'actualité.

Les 15e et 16e chapitres nous montrent : la *danse nuptiale des chevaux-marins ou Hippocampes, leur Couvade* et la *Marsupialité*. Outre la singularité de leur conformation et de leur genre de vie, ces petits êtres présentent une curieuse inversion des sexes. Ici c'est le mâle qui porte sur son ventre une bourse destinée à recevoir et à faire se développer la couvée des petits, dont il accouche ensuite péniblement.

Les 17e, 18e et 19e et dernier chapitres sont consacrés aux *femelles vivipares*, aux *mâles pygmées*, aux *crocodiles* et à *l'amour maternel*. Le lecteur y

rouvera comme dans ceux qui précèdent de très urieuses observations.

L'auteur fait observer, dans le cours de tous ces hapitres, les analogies que l'on rencontre souvent ntre les poissons et d'autres groupes d'animaux d'es- pèces différentes, relativement aux particularités qui se rattachent à la génération des individus. La régres- sion de la masculinité chez les mâles pygmées et la parthénogénèse, montrent que la nature a une incli- nation féministe, et qu'elle n'a, en définitive, qu'une ntention celle de protéger le mieux la transmission et a propagation de la vie.

Cet important ouvrage, édité avec le plus grand oin et illustré de belles gravures coloriées qui le com- plètent, et en font un ensemble vivant, est appelé par es qualités littéraires, son originalité, sa savante locumentation et ses rapports avec la pisciculture t les pêches, à un succès bien mérité, et à recevoir lu public, même étranger à ces études, le meilleur ccueil.

Dr G. D.

***

Paillot (A.), *Docteur ès Sciences naturelles, Directeur de la Station régionale de Zoologie agricole du Sud-Est. Préface de* M. P. Marchal, *Membre de l'Institut.* — **Traité des maladies du Ver à soie.** — 1 *vol. de* 279 + VI *p.*, 99 *fig. G. Doin et Cie, édit., Paris*, 1930. (*Prix, broché* : 40 *francs.*)

Ce livre est le premier traité moderne qui ait été ublié sur les maladies du Ver à soie; il marque our la pathologie séricicole, dit le Professeur Mar- hal, l'un des progrès les plus considérables qui ient été accomplis depuis l'œuvre de Pasteur. Après voir consacré un important chapitre à l'anatomie, à histologie et à la pathologie normales de la chenille e *Bombyx mori* — chapitre qui renferme de nom- reuses données nouvelles, notamment sur la phy- ologie de la cellule péricardiale, qui fonctionne omme rein d'accumulation, principalement au mo- ent des mues et à l'approche de la nymphose —, uteur étudie les maladies de l'Insecte. Faisant pas- r au second plan les signes extérieurs, souvent on spécifiques, des affections, il distingue les types orbides en s'appuyant principalement sur la nature es agents infectieux, sur l'évolution de ces orga- smes et sur les caractères des lésions cytopatholo- ques qu'ils déterminent; il trace l'allure épidémiolo- que de chaque affection, puis indique les méthodes lutte les plus efficaces.

Cet exposé est beaucoup plus qu'une simple compi- tion : M. Paillot y développe les résultats, sou- nt inédits, de ses recherches personnelles, lesquelles it éclairci bien des points obscurs; il nous montre particulier que les agents pathogènes de la gras- rie et des maladies à polyèdres en général sont s virus filtrants cyclotropes et biotropes, que la use morbide principale de la gattine est également ultravirus, associé à un microbe, *Streptococcus mbycis*, qui en est peut-être la forme de sortie; rsque la gattine se complique d'infections secondai- res, le Streptocoque est remplacé par d'autres micro- bes (*Bacillus bombycis*, par exemple, et la maladie porte alors le nom de flacherie vraie ou de flacherie de Pasteur), mais c'est encore le virus filtrant qui est l'agent infectieux le plus important. Dans certaines maladies intestinales, les microorganismes ne semblent jouer aucun rôle actif; M. Paillot distingue trois caté- gories de ces dysenteries amicrobiennes : 1° la dysen- terie des filatures, causée par des poisons organiques qui accompagnent les produits normaux de sécrétion et d'excrétion du Ver; 2° la dysenterie flaccidiforme, résultant vraisemblablement de troubles métaboliques dus à de brusques modifications du milieu ambiant (sautes de température, par exemple) à des stades cri- tiques de la vie larvaire (mues); 3° la pseudo-flacherie, affection foudroyante dont les causes sont encore mé- connues.

Presque toutes les figures de l'ouvrage sont origi- nales; il est à regretter que leur légende soit exces- sivement sommaire, ce qui rend leur interprétation parfois assez difficile.

P. Remy.

4° Art de l'Ingénieur.

Petit (V.). — **L'Eau souterraine (Recherche, Captage par sondage).** — 1 *vol. in*-8° *de* 130 *pages avec* 65 *figures. Béranger, éditeur, Paris*, 1931. (*Prix, broché :* 52 *francs.*)

Ce travail intéresse autant l'hydrologue que le son- deur qui pourra le consulter en maintes occasions pour la détermination des bassins hydrologiques et des points les plus favorables à la recherche de l'eau en profondeur.

L'hydrologie souterraine n'avait pas jusqu'ici été traitée à part, le lecteur pourra se convaincre ici qu'il y avait une lacune à combler.

On ne pourra jamais se passer de l'hydrologue ou du géologue pour la prospection du sol comme on ne pourra jamais se passer du sondeur pour chercher l'eau en profondeur et la capter convenablement; mais l'habileté, l'expérience et la pratique seront tou- jours des facteurs décisifs de réussite. Les résultats de ces vertus, condensés dans ce travail, seront sûre- ment appréciés de l'hydrologue et du sondeur, et le non initié y puisera des données qui lui permet- tront de s'orienter convenablement dans l'art diffi- cile de la recherche de l'eau.

Ce petit ouvrage, fort bien composé, unique sur le sujet, est à recommander vivement aux intéressés.

L. P.

5° Sciences diverses.

Solovine (Maurice). — **Héraclite d'Ephèse,** *doctrines philosophiques, traduites intégralement et précédées d'une* Introduction *par* Maurice Solovine. — 1 *vol. in*-16 *de* XL-102 *pages. Félix Alcan, Paris.* (*Prix :* 12 *francs.*)

Il est réconfortant de constater qu'à l'époque des gaz asphyxiants et du papier de commerce frelaté,

il existe encore de purs philosophes. M. Maurice Solovine est l'un d'eux, et c'est sans doute celui qui reste le plus près de la tradition antique. Il a cultivé toutes les sciences. Qu'il s'agisse de physique ou de biologie, les hypothèses et théories les plus modernes lui sont familières. Le grec ancien est sa véritable langue maternelle, comme le latin était celle de Montaigne. Aussi, quand il entreprend de nous faire connaître, d'après les textes, le véritable caractère et la portée des doctrines qui florissaient à l'époque des guerres médiques, on peut être sûr que sa traduction, longuement méditée, exprime de la façon la plus exacte, la plus claire et la plus littéraire à la fois, la pensée réelle des auteurs anciens.

Il y a trois ans, M. Solovine publiait chez Alcan les Doctrines et Réflexions morales de Démocrite : il nous offre aujourd'hui dans la même collection une traduction, d'après le texte établi par Diels, des fragments originaux d'Héraclite d'Ephèse qui nous sont parvenus. La préface et l'introduction très remarquables de cet ouvrage évitent au lecteur le soin de reconstituer lui-même la véritable Doctrine d'Héraclite, que nul ne pourrait se vanter d'avoir comprise et approfondie comme M. Solovine. Tous les fragments d'auteurs grecs qui se rapportent à l'Ephésien sont rassemblés dans les deux chapitres suivants : Vie d'Héraclite et Documents doxographiques. Suivent enfin les fragments originaux, accompagnés de notes fort importantes pour la bonne compréhension du texte et d'une table de concordance entre la numérotation employée et celle de Diels.

Nul doute que ce bel ensemble ne soit une révélation pour tous ceux dont la connaissance d'Héraclite se borne aux quelques phrases conventionnelles des manuels. Le reproche d'obscurité qui lui fut adressé dès l'antiquité est, selon M. Solovine, injustifié. Pour le savant, Héraclite est le philosophe du mouvement, du devenir perpétuel et aussi du retour éternel. L'évolutionnisme, l'énergitisme et le relativisme sont dans le prolongement des idées générales qu'il a émises. Il a conseillé d'étudier objectivement le monde, sans idée préconçue, sans s'occuper de la tradition, pour y découvrir le principe unique qui, par ses transformations et condensations, produit tout ce qui nous entoure. « Les choses qu'on peut voir, entendre et connaître sont celles que je préfère ». Mais la tâche n'est pas facile, car « la nature aime à se cacher » et, loin de prétendre qu'il n'y a rien de nouveau sous le soleil, l'Ephésien remarque que « le soleil est nouveau chaque jour ». De plus, nos sens nous trompent, « les yeux et les oreilles sont de mauvais témoins pour les hommes qui ont des âmes barbares ». Aussi « ce ne sont que choses probables, ce que l'homme le plus digne de confiance connaît et retient ». La recherche du savant est ainsi parfaitement définie. Elle est longue et pénible : « Les chercheurs d'or fouillent beaucoup de terre et ne trouvent que peu. » « Aucun penseur ancien, remarque avec raison M. Solovine, ne se rapproche autant de l'esprit moderne. »

Et cependant, pour le vulgaire, Héraclite n'est que le père du pessimisme. Son mépris des honneurs et des hommes, la vie ascétique à laquelle il se condamna volontairement, la légende de sa fin misérable, ont contribué à établir solidement cette réputation. Mais l'optimisme, le pessimisme, plateformes de démagogues, ne sont pas des attitudes philosophiques. Le philosophe éprouve l'impérieux besoin de connaître et non celui d'espérer. Il ne confond pas le domaine du sentiment et celui de la raison, de ce *logos* qui, selon Héraclite, emplit l'Univers.

Et si notre philosophe ne peut dissimuler son mépris pour les hommes qui « ne réfléchissent pas sur les faits qu'ils rencontrent » et qui ne s'analysent même pas : « Je me suis cherché moi-même », il n'y a, dans ce qui nous reste de son œuvre, aucune phrase exprimant la tristesse ou le découragement. Quand, par exemple, il découvre que dans la nature, la lutte pour la vie est générale : « Il faut savoir que la guerre est universelle, que la justice est une lutte et que tout arrive à l'existence par la discorde et la nécessité », c'est une simple constatation, l'expression d'une loi : il n'y a pas là trace d'amertume. Encore moins quand il dit qu' « il ne vaudrait pas mieux pour les hommes que tous leurs désirs fussent satisfaits ». Cette déclaration pourrait au contraire, être taxée d'optimisme.

Il constate, il est vrai, qu' « une vaste érudition n'apprend pas à être intelligent », et il affirme que « le caractère de l'homme est son génie », qu' « un seul homme en vaut pour lui dix mille, s'il est le meilleur ». De plus, ce philosophe du mouvement n'aime pas les agités : il y en avait déjà au temps de Darius. Pour lui, voir grand n'est pas voir juste. Garder la mesure en toutes choses est sa principale règle de conduite. La méconnaissance de cette règle entraîne les pires catastrophes : « Il est plus nécessaire d'éteindre la démesure qu'un incendie. » On admettra sans peine que cet aristocrate, qui professait des théories aussi subversives, n'aurait pas mieux réussi de nos jours qu'à son époque.

P.-J. Richard.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Communications du 1er *Semestre* 1931.

Sciences physiques. — M. **L. Joly** : *Sur une méthode de mesure du coefficient de conductibilité calorifique des matériaux.* — M. **Guy Emschwiller** : *L'action chimique de la lumière ultraviolette sur les iodures d'alcoyle.* La décomposition photochimique révèle l'existence dans les molécules d'iodure d'alcoyle d'un atome d'hydrogène singulier, qui serait fixé au même atome de carbone que l'atome d'iode, sauf nécessairement dans le cas des iodures tertiaires. Cet atome d'hydrogène et l'atome d'iode seraient étroitement solidaires; cette solidarité influerait sur la solidité des autres liaisons internes de la molécule. L'atome d'hydrogène singulier serait ainsi sous la dépendance à la fois de l'atome d'iode et d'un atome de carbone. — M. **Ch. Bedel** : *Sur la résistivité électrique du silicium.* L'auteur a pu réaliser de bons contacts électriques avec le silicium pur, et par suite a pu déterminer la résistivité de cet élément. Les résultats donnés dans la présente Note montrent, en outre, l'influence considérable qu'exerce sur cette constante la présente d'une petite quantité de fer. — MM. **Léon Guillet** et **Jean Cournot** : *Remarques relatives à l'influence des gaz occlus sur les propriétés mécaniques des produits métallurgiques.* — M. **Camille Matignon** : *Sur quelques propriétés des nitrates de chaux commerciaux.* — M. **R. Gibrat** : *Sur l'optique les structures hétérogènes uniaxes.* — MM. **D. Chalonge** et **E. Dubois** : *Sur la distribution de l'ozone dans l'atmosphère.* Il semble que l'ozone soit distribué de façon beaucoup moins continue qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici et qu'il en existe des qualités appréciables jusqu'à des altitudes relativement basses. — M. **F. Bayard-Duclaux** : *La conductibilité électrique de l'air à Paris.*

Sciences naturelles. — M. **H. Le Breton** : *L'âge des terrasses marines du Xu-Nghé dans le Nord-Annam (Indochine française).* Il est acquis, par la découverte de tessons de poterie, que les couches supérieures des terrasses marines du Xu-Nghé sont d'âge néolithique et qu'il faut chercher dans des mouvements spirogéniques très récents certains des traits de la topographie et de l'hydrographie du Nord-Annam. — M. **Pierre Lesne** : *L'adaptation organique chez les Insectes xylophages de la famille des Bostrychides. Commensalisme des* Lyctoderma. L'adaptation organique chez les Bostrychides térébrants par excellence se manifeste notamment par l'existence d'un complexe d'appareils assurant le sectionnement et l'arrachage des fibres de bois (les mandibules); le coinçage du corps pendant le travail de taraudage (appareil annitif), le balayage (tarses de toutes les paires) et le déblayage de la galerie (extrémité postérieure des élytres). *Lyctoderma testacea* est, au contraire, un descendant de xylophages térébrants qui ne possède plus rien de ce qui est nécessaire au travail du bois. Il vit en commensal d'un Bostrychide de grande taille, l'*Apate monachus* F. qui creuse de longues galeries dans les rameaux vivants de diverses essences. — Mme **Lucie Randoin** et M. **René Fabre** : *Recherches comparatives sur la teneur en dérivés sulfhydrylés des muscles striés, du foie et du sang chez le Rat normal, chez le Rat sous-alimenté et chez le Rat privé de vitamines B.* L'absence de vitamines B détermine, dans le tissu musculaire du Rat, comme dans celui du Pigeon, mais à un degré moindre chez le Rat, une baisse de la teneur en dérivés sulfhydrylés ainsi qu'une augmentation de certaines substances réductrices. — MM. **J. Lefèvre** et **A. Auguet** : *Le problème des relations entre les chaleurs du travail et du repos. Solution et lois. Pourquoi le travail est plus économique aux basses températures.* La dépense du travail diminue avec la température extérieure, donc : Le travail de la machine vivante est d'autant plus économique qu'il fait plus froid (rendement pouvant s'élever, entre 22° et 11°, de 25 à 32 pour 100). Le travail est d'autant plus économique qu'il se fait sur isotherme plus basse (plus près de la normale 37°). — M. **André Blondel** : *Sur les limitations de la photométrie.* D'une manière générale il importe d'éviter la confusion trop fréquente, entre la photométrie, l'optique physiologique et la psycho-physique, et de caractériser simplement les « conditions de reproduction » des impressions subjectives, sans recourir à l'échelle des sensations, au moyen d'une unité de compréhension plus facile. — MM. **Gabriel Bertrand** et **V. Ciurea** : *L'étain dans l'organisme des animaux.* La teneur en étain des divers organes du bœuf, du cheval et du mouton varie à très peu près de 0,5 mgr. à 4 mgr. par kilogramme de matière fraîche, avec une exception très nette en ce qui concerne la peau. Celle-ci est beaucoup plus riche, il en est de même des poils. La langue est également un organe très riche en étain (de 16 à 26 mgr. par kilogramme) comme elle est très riche en manganèse. Il est probable que l'accumulation de ces métaux dans la muqueuse de la langue trahit une fonction physiologique passée jusqu'ici inaperçue, du principal organe de la parole et du goût. — M. **Ch. Hruska** : *Vaccination contre le charbon bactéridien avec le virus non atténué.* L'auteur a cherché à immuniser les animaux contre le charbon en employant du virus non atténué, tout en évitant les accidents de vaccination. Il a trouvé dans la saponite un produit nécrosant qui n'altère pas la virulence de la bactérie, et qui, inoculée, sous la peau, détermine un œdème, délimitant une escarre qui guérit spontanément. Les premières expériences, qui ont porté sur différents animaux (lapins, chevaux, bovidés, chevreaux) ont donné d'excellents résultats, lorsque la dose de saponite est suffisante pour provoquer la réaction nécrosante. Ce virus saponiné conserve sa virulence inaltérée même après 15 mois de conservation.

Sciences physiques. — MM. **P. Dupin** et **E. Crausse** : *Sur la vibration des tiges cylindriques dans l'eau sous*

l'influence des tourbillons alternés. — M. **L. Goldstein** : *Mécanique quantique des chocs de seconde espèce.* — M. **G. Dupouy** : *Appareils de mesures électriques à cadre mobile dans un champ uniforme.* — M. **J. Fridrichson** : *Sur le spectre de résonance de la vapeur de soufre.* — MM. **J. Barbaudy, A. Guérillot, H. Miachon** et **R. Simon** : *Enregistrement du* pH *dans les bains de nickelage.* — MM. **René Dubrisay** et **R. François** : *Solubilité du carbonate de calcium dans l'eau en présence de chlorures alcalins.* L'alcalinité de l'eau mise en contact de carbonate de calcium est accrue par addition dans la phase aqueuse de chlorure de potassium et l'intensité du phénomène augmente avec la concentration du chlorure alcalin. La quantité de calcium passé en solution croît dans le même sens. — MM. **P. Laffite** et **M. Patry** : *Sur la vitesse des phénomènes provoqués par la détonation des explosifs solides.* Les expériences rapportées dans la présente Note ont eu pour objet la mesure des vitesses de l'onde de choc et des gaz lumineux. Dans le voisinage de l'explosif les fronts des deux phénomènes coïncident et leurs vitesses sont identiques : c'est en quelque sorte le prolongement de l'onde explosive au delà de l'explosif, puisque cette onde est formée par la réunion de la flamme et de l'onde de choc. Mais la vitesse des gaz s'amortit plus rapidement que celle de l'onde de choc et il arrive un moment où les deux phénomènes se séparent et continuent à se propager à des vitesses différentes. — MM. **E. Carrière** et **Raulet** : *Contribution à l'étude des complexes argentohyposulfites de sodium.* — M. **F. Salmon-Legagneur** : *Sur les acides α-carboxycamphocéane-β-acrylique* et-*β-propionique. Synthèse du β-homocamphre.* Ces composés peuvent aisément se préparer à partir de la camphoquinone. Dans les expériences de l'auteur, la camphoquinone était issue du camphre droit des Laurinées, on aboutit à un β-homocamphre dont la rotation est également dextrogène. — MM. **F. Zambonini** et **V. Caglioti** : *Nouvelles recherches sur la composition chimique de la romanéchite.*

Sciences naturelles. — Mlle **Eliane Basse** : *Sur la structure du Massif du Mikoboka et du plateau de l'Analavelona* (sud-ouest de Madagascar). Ces deux régions sont essentiellement constituées par des terrains crétacés avec coulées basaltiques interstratifiées. Dans l'ensemble les couches sont légèrement inclinées vers le Sud. Le Massif du Mikoboka correspond à un bombement anticlinal, déblayé jusqu'au niveau des basaltes, sur lesquels s'exerce actuellement l'érosion. Ce massif s'enfonce vers l'Est sous le plateau de l'Analavelona dont il est séparé par une faille oblique. Le plateau, protégé de l'érosion par une couverture basaltique tabulaire, en continuité stratigraphique avec celle du Mikoboka, est légèrement incliné vers le Sud-Est. — M. **Raymond Ciry** : *Présence d'un facies à Céphalopodes dans le Coniacien du nord-ouest de la province de Burgos (Espagne).* — M. **Jean Marçais** : *Observations sur la géologie de la région de Tizi Ouzli (Rif oriental).* Les terrains examinés comprennent d'abord un épisode calcaire assez profond avec *Lytoceras* et *Phylloceras*, qui représente le Jurassique jusqu'au Callovien inclus. Une série marnoschisteuse monotone (terrains dits « à facies de schistes lustrés » du Dr Russo) se développe ensuite jusqu'au Nummulitique. Elle comporte probablement des lacunes que l'absence de fossiles et l'uniformité des facies ne permettent pas encore de déceler. — M. **Mihaïlovitch Jelenko** : *Grande catastrophe séismique du 8 mars 1931 en Yougoslavie méridionale.* Ce séisme est le plus violent séisme connu dans le territoire de la Yousgoslavie méridionale pendant les 14 derniers siècles (159 morts, 572 blessés, 36 villages détruits). Il faut chercher l'origine de ces grands mouvements dans l'action progressive de démembrement de la vieille masse du système du Rhodope. Le fractionnement de cette masse se continue en effet et leurs blocs se meuvent encore. — MM. **A. Eichorn** et **R. Branquet** : *Sur la caryocinèse somatique du* Bolbostema paniculatum *Franquet.* Chez le *Bolbostema panuculatum*, qui offre un nouvel exemple de noyaux possédant uniquement des chromosomes de petite taille, on peut admettre l'existence de prochromosomes réels, fournissant directement les chromosomes au moment de la mitose, ceux-ci redonnant à leur tour des prochromosomes à l'interphase. Le noyau quiescent apparaît optiquement vide. Le nucléole ne semble jouer ici encore aucun rôle apparent dans la cinèse. Nul fuseau fibrillaire ne peut être mis en évidence. — MM. **Maurice Hocquette** et **L. Arsigny** : *Sécrétion par le méristème caulinaire de* Cuscuta épithymum *de substances nocives pour les tissus des hôtes.* Les cellules du méristème caulinaire de *Cuscuta* sécrètent des substances capables d'altérer les tissus étrangers avec lesquels elles entrent en contact. L'effet de cette sécrétion se traduit par des modifications chimiques de la membrane, par la désagrégation du noyau, par l'altération totale du contenu cellulaire accompagné d'un affaissement de la cavité cellulaire, enfin par la destruction plus ou moins complète des cellules. La sécrétion des substances nocives n'est donc pas une fonction uniquement localisée dans des organes particuliers, les suçoirs, ou dans certaines cellules des suçoirs ; les tissus méristématiques possèdent un pouvoir sécréteur analogue et élaborent des substances apparemment identiques à celles des suçoirs. — MM. **Alb. J.-J. Van de Velde, A. Verbelen** et **L. Dekoker** : *Recherches biochimiques sur la terre arable.* Poursuivant leurs recherches sur la terre arable, les auteurs ont fait une série de déterminations de concentrations en hydrions ainsi que du pouvoir adsorbant pour trois colorants, le vert de méthyle, le bleu de méthylène, le violet de méthyle, pour le lait centrifugé. Ils ont en outre étudié, pour chacune des 38 terres étudiées trois facteurs : la valeur acide volumétrique, la valeur alcaline volumétrique, ainsi que la valeur volumétrique d'adsorption. — M. **Acolat** : *Recherches anatomiques relatives à la séparation du sang veineux et du sang artériel dans le cœur de la Grenouille.* Des coupes en série faites dans des cœurs de Grenouille fixés en position les uns de diastole, les autres de systole, montrent que la séparation du sang veineux et du sang artériel, lors de leur passage des oreillettes dans le ventricule par l'orifice auriculo-ventriculaire commun, paraît assurée par la cloison interauriculaire. — M. **Charles Pérez** : *Sur les racines des Rhizocéphales parasites des Pagures.* Disposant de matériel vivant, l'auteur s'est attaché, pour les divers Rhizocéphales parasites des Pagures, à pratiquer sur le frais des préparations

aussi poussées et aussi complètes que possible du système des racines. Son étude a porté sur *Peltogaster paguri*, *Septosaccus cuenoti* et *Chlorogaster sulcatus* et il a constaté, d'une espèce à l'autre, de grandes différences dans le système des racines. Les racines sont donc capables de fournir des caractères distinctifs aussi tranchés que ceux de la masse viscérale. — M. **Radu Codreanu** : *Sur l'évolution des* Endoblastidium, *nouveau genre de Prostite parasite des larves d'Ephémères*. Les *Endoblastidium* n. gen., parasites cœlomiques des larves d'Ephémères, se caractérisent par des plasmodes, à longue phase trophique au niveau du tissu adipeux de leurs hôtes; leurs sporanges ellipsoïdaux, d'origine holocarpique, à membrane consistante, éliminés par l'anus des Ephémères, aboutissent dans l'eau, à la formation des zoospores à flagellum postérieur unique. L'infection est massive et mortelle, sans exception. Ces caractères indiquent une parenté étroite entre les *Endoblastidium* et *Cœlomycidium simulii*, Chytridinée parasite de la cavité générale des larves de *Simulium* de Belgique et d'Amérique. — MM. **G. Delamare** et **G. Gatti** : *Les spirochètes d'une pleurésie enkystée, fétide et passagèrement gangréneuse.* — M. **Paul Vuillemin** : *Mode d'action de la malariathérapie.* On sait qu'après l'inoculation de *Laverania vivax, de Trypanosoma brucei, de Treponema pallidum* même et d'autres agents, on a observé de nombreux cas de guérison de paralysie générale ou de tabès. La malariathérapie et ses succédanés efficaces n'influencent en rien le parasite; ils réveillent l'activité de l'organisme en substituant à une infection devenue torpide une infection vive. Les agents utiles ont une propriété commune : ce sont des antigènes dont le principe actif est une protéine. On leur substituera avec avantage des protéines naturelles ou synthétiques dont la formule et le mode d'emploi restent à préciser.

Sciences physiques. — M. **Georges Bouligand** : *Cavitations naissantes dans un liquide pesant.* — MM. **G. Ribaud** et **P. Mohr** : *Détermination de la température de fusion du platine.* — Mlle **M. Chenot** : *Sur un nouvel aspect de la décharge en haute fréquence.* — M. **G. Ferrié** : *Remarques au sujet de la Communication de Mlle M. Chenot.* — M. **Armand de Gramont** : *Sur la lumière transmise dans le cas de réflexion dite totale.* La lumière diffusée varie très rapidement avec l'état de la surface, en particulier depuis le poli récent jusqu'au douci très fin : il semble bien qu'il y ait là un phénomène pouvant servir à fixer une « constante de polissage » comparable à celle que M. Urbanek a proposée en utilisant la diffusion de la lumière par une surface polie. — MM. **Jean Loiseleur** et **Léon Velluz** : *Sur la préparation de membranes cellulosiques renfermant des protides.* — M. **P. Pingault** : *Sur l'équilibre fer-carbure et fer-oxygène.* — MM. **L. Hackspill**, **A.-P. Rollet** et **L. Andrès** : *Action de l'acide borique sur les chlorures et nitrates alcalins.* L'acide borique en présence de vapeur d'eau déplace avec facilité l'acide des chlorures et nitrates alcalins. La réaction commence vers 110° et donne naissance au borate le plus acide stable dans les conditions de l'expérience, c'est-à-dire en général au pentaborate. Le sodium se distingue de ses congénères en donnant soit le triborate, soit le chloroborate. — MM. **M. Lemarchands** et **C. Tranchat** : *Sur la purification du phosphore disodique.* — MM. **A. Travers** et **Avenet** : *Sur le dosage des sulfocyanures dans les eaux de cockerie.* — Mme **Ramart-Lucas** et M. **J. Hoch** : *Spectres d'absorption du dibenzyle et de ses dérivés.*

Sciences naturelles. — MM. **A. Marin** et **P Fallot** : *Sur la répartition des facies dans le Rif espagnol et sur leur caractère particulier.* Alors que le Cristallin rifain et le Jurassique de la grande chaîne calcaire correspondent à la partie sud-ouest de la carapace de la nappe du Bétique de Malaga, cette série secondaire marno-schisteuse, embrassant sans doute une grande partie du Jurassique et du Crétacé, est limitée à l'Afrique. Aucun facies similaire, même à la schistosité près, n'est connu dans la série secondaire du front des nappes andalouses. Pas plus que les accidents frontaux, les zones isopiques connues dans les parties frontales des nappes et de l'avant-pays andalou ne se retrouvent au pourtour de l'arc calcaire rifain. — M. **Pierre Dangeard** : *Sur un* Ectocarpus *parasite provoquant des tumeurs chez le* Laminaria flexicaulis (Ectocarpus deformans *nov. sp.*). L'*Ectocarpus deformans* occupe une place toute particulière parmi les Ectocarpacées endophytes. Il s'attaque fort bien à de jeunes Laminaires, mais principalement sur les thalles âgés qu'il abonde et provoque des déformations variées. C'est un organisme commun sur nos côtes et qui paraît être un parasite exclusif de *Laminaria flexicaulis*. — M. **Robert Weill** : *Le genre* Pteroclava n. gen. *L'interprétation systématique des* Pteronemidae (*Hydraires*) *et la valeur taxonomique du cnidome.* L'auteur pense qu'il faut, dorénavant, classer les Hydraires et les Cnidaires en général, par leurs cnidomes. Envisagées ainsi, les Ptéronémides forment, tant par leurs polypes que par leurs méduses, un groupe homogène, bien défini, à caractéristiques toujours reconnaissables, et complètement séparé de l'ensemble des autres Gymnoblastes, à côté duquel il mérite une place d'importance taxonomique égale. — MM. **Georges Fontès** et **Lucien Thivolle** : *Le tryptophane et l'histidine sont des* anabolites. L'injection simultanée de tryptophane et d'histidine permet à un organisme vivant, en équilibre avec une ration alimentaire invariable, des gains de poids très nets, rapidement obtenus et longtemps maintenus. Ces gains ne peuvent s'expliquer que par une amélioration des processus généraux d'assimilation et, plus particulièrement, de ceux qui se rapportent au métabolisme azoté. C'est pourquoi paraît justifié le nom d'*anabolites* proposé par les auteurs pour ces acides aminés, dont le pouvoir hématogène a été précédemment mis en évidence. — M. **Auguste Lumière** et Mme **A. Dubois** : *Le sort des bacilles de Koch contenus dans le lait après séparation du beurre et du caséum.* Les auteurs ont examiné comment les corps microbiens se répartissent dans les divers produits retirés du lait bacillifère. Les bacilles de Koch n'ont pu être mis en évidence ni dans le beurre, ni dans le petit-lait. Ils se sont localisés dans le caséum, au moment de la floculation de la caséine, ils ont été englobés par les floculats par un phénomène mécanique. S'il y avait risque de contamination par les produits dérivés du lait

tuberculeux, ce serait donc le fromage frais qui présenterait le maximum de dangers. — M. **L. Septilici** : *Diagnostic de la syphilis par specto-réaction*. Le procédé décrit, essayé sur environ 3.000 sérums de sujets syphilitiques comparativement à d'autres réactions de séro-diagnostic, a donné 82 pour 100 de résultats positifs. Il ne permet pas l'appréciation quantitative de l'infection syphilitique; on ne peut se prononcer que d'une manière tranchante : le sérum est normal ou syphilitique. — MM. **C. Levaditi** et **P. Lépine** : *Action préventive du bismuth liposoluble dans la syphilis expérimentale du Chimpanzé*. A la condition de maintenir l'organisme du Chimpanzé sous une « pression métallique » suffisamment élevée le bismuth liposoluble, administré à la dose de 0,004 gr. par kilogramme, confère une immunité antisyphilique totale, quelle que soit la fréquence des inoculations infectantes et malgré la haute virulence du virus inoculé.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 *Avril* 1931.

M. **A. Turpain** : *Ondes électriques et luminescence*. A propos de la communication récente de M. Esclangon, l'auteur rappelle ses expériences, vieilles de plus de 30 ans, sur la luminescence produite dans les gaz très raréfiés par divers résonateurs. — MM. **J.-J. Cessac** et **E. Darmois** : *Pouvoir rotatoire et grandeur moléculaire des tartrates dans* $CaCl^2 + 6\ H^2O$. Les fortes variations du pouvoir rotatoire des tartrates dans les solutions concentrées de $CaCl^2$ ont été attribuées à la formation de polymères ou d'isomères. Par la détermination de la constante cryoscopique, les auteurs ont reconnu que, dans $CaCl^2 + 6\ H^2O$ fondu à 30° environ, la grandeur moléculaire des tartrates de méthyle, d'éthyle et de calcium est normale. Par suite la forte variation de α ne peut être attribuée à une polymérisation. La forte variation de α avec la température pour le tartrate d'éthyle serait en accord aves une isomérisation. Pour le tartrate de calcium, l'effet de température est beaucoup moindre et serait d'accord avec une déformation de l'ion tartrique. — M. **Ch. Mauguin** : *Le quartz*. L'auteur expose l'état actuel de nos connaissances sur les deux variétés de quartz connues sous les noms de quartz α et quartz β, leurs propriétés optiques, les propriétés piézo-électriques du premier, et leur structure et leurs macles.

L. B.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 26 *Février* 1931.

M. **J. C. Eccles** et **Sir Charles Sherrington** : *Etudes sur les réflexes*. — MM. **A. V. Hill** et **J. L. Parkinson** : *Chaleur et variation de la pression osmotique dans les contractions musculaires sans formation d'acide lactique*.

Séance du 12 *Mars* 1931.

M. **E. W. Fish** : *Réaction de la pulpe dentaire aux altérations périphériques de la dentine*. Des observations antérieures ont montré que lorsque la dentine primaire des dents humaines est rongée par la carie, ceux de ses tubules qui sont atteints meurent et sont isolés de la pulpe par une paroi de dentine secondaire ; le dépôt de celle-ci est précédé par une précipitation de sels de chaux. — M. **E. B. R. Prideaux** : *Constante de dissociation de la gélatine*. — M. **R. Snow** : *Expérience sur la croissance et l'inhibition*. L'auteur a montré précédemment chez le Pois que les jeunes feuilles de l'apex inhibent les bourgeons axillaires de la base de la tige plus fortement lorsque les plants sont âgés et de grande taille que lorsqu'il sont jeunes et courts ; de nouvelles expériences confirment ces résultats et montrent que l'intensité de l'inhibition est proportionnelle à la longueur de la tige. — M. **C. H. Lea** : *Effet de la lumière sur l'oxydation des graisses*. Description d'une nouvelle méthode iodimétrique permettant d'évaluer la quantité d'O présente dans les graisses rances et de suivre l'oxydation des corps gras purs dans l'atmosphère ou des graisses animales dans les tissus. — MM. **H. Munro Fox** et **H. Ramage** : *Analyse spectrographique de tissus animaux*. Des tissus d'Annélides, de Mollusques, d'Homme, etc., ont été examinés ; fer et cuivre sont présents dans tous ; le manganèse est largement distribué, la proportion de ce métal dans les tissus variant suivant les localités dans lesquelles vit une espèce donnée. Le nickel et le cobalt apparaissent par intermittences, le premier plus fréquemment que le second. Le plomb et l'argent ont une distribution très irrégulière [v. aussi *Nature* (de Londres), 1er novembre 1930, p. 682]. — M. **A. S. Parkes** : *Reproduction de certains Mammifères*. Le cycle de *Cricetulus* est analogue à celui de la Souris ; pendant la période d'ovulation, il y a kératinisation de l'épithélium vaginal. Le cycle dure en moyenne un peu moins de cinq jours ; généralement huit follicules mûrissent à la fois. — M. **F. G. Spear** : *Action léthale du radium sur les cultures de tissus* in vitro. Aucune différence n'a été observée dans l'action nocive des radiations lorsque celles-ci sont appliquées pendant six heures sans interruption ou à six reprises de 60 minutes chacune, séparées par des intervalles de 24 heures.

R.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.— 6-31.